



**СКФНКЦ
ФМБА России**

Северо-Кавказский федеральный
научно-клинический центр

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ БИОМЕДИЦИНЫ

Modern issues of biomedicine

Т. 6 (3) 2022

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ БИОМЕДИЦИНЫ © 2022

Т.6 №3 2022

**СЕТЕВОЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ**

Издается с 2017 года
ЕЖЕКВАРТАЛЬНО

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер: ЭЛ № ФС 77 – 81042.

Дата регистрации 25.05.2021.

ISSN журнала: 2588-0500.

Рубрики журнала:

Физиология

Психофизиология

Курортология и реабилитация

Спортивная медицина

Физическая культура и спорт

Биомеханика и биоинженерия

Журнал входит в Перечень ВАК РФ.

Группы специальностей, утвержденных ВАК для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

03.03.01 – Физиология (медицинские науки);

03.03.01 – Физиология (биологические науки);

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (медицинские науки);

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (биологические науки);

13.00.04 – Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры (педагогические науки).

Журнал индексируется в базе данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), в международных базах научного цитирования Google Scholar, Crossref, КиберЛенинка, Ulrich's Periodicals Directory.

Всем статьям присваивается префикс DOI.

Журнал выходит на русском и английском языках.

Все публикации рецензируются.

Доступ к журналу бесплатен.

Адрес учредителя и редакции: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России. 357600, Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, д. 24.

Статьи направлять на svb@skfmbs.ru.

Сайт журнала: <http://svbskfmbs.ru>.

MODERN ISSUES OF BIOMEDICINE © 2022

Vol.6 №3 2022

**NETWORK ELECTRONIC SCIENTIFIC
AND EDUCATIONAL JOURNAL**

Published since 2017, quarterly

Establisher:

FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia”.

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media.

Registration number: EL № FS 77 – 81042.

Registration date: 25.05.2021.

ISSN: 2588-0500.

Headings of the journal:

Physiology

Psychophysiology

Balneology and rehabilitation

Sports medicine

Physical education and sports

Biomechanics and Bioengineering

The journal is included in the list of Higher Attestation Commission (HAC) of the Russian Federation.

Groups of scientific specialties approved by the HAC for publication of the principal research results of doctoral (candidate's) dissertations:

03.03.01 – Physiology (medical sciences);

03.03.01 – Physiology (biological sciences);

14.03.11 – Recovery medicine, sports medicine, exercise therapy, balneology and physiotherapy (medical sciences);

14.03.11 – Recovery medicine, sports medicine, exercise therapy, balneology and physiotherapy (biological sciences);

13.00.04 – Theory and methods of physical education, sports training, health and adaptive physical culture (pedagogical sciences).

The journal is indexed in the database of the Russian scientific citation index (RSCI-bibliographic database of scientific publications of Russian scientists), Google Scholar, Crossref, Cyberleninka, Ulrich's Periodicals Directory.

All articles have DOI.

The journal is published in Russian and in English.

All publications are peer-reviewed.

Access to the journal is free.

Establisher and publisher address:

North-Caucasian federal Research-Clinical Center of FMBA of Russia.

24 Sovetskaya street, Essentuki, Stavropol territory, 357600, Russia

Send your articles via e-mail: svb@skfmba.ru.

Domain name of the Internet portal of the journal: <http://svbskfmba.ru>.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Тер-Акопов Гукас Николаевич – к.э.н. (Ессентуки)

Заместитель главного редактора

Корягина Юлия Владиславовна – проф., д.б.н. (Ессентуки)

Члены редакционной коллегии журнала:

Абрамова Т.Ф. – д.б.н. (Москва)

Артеменко Е.П. – д.п.н., доцент (Россия, Казань)

Быков Е.В. – профессор, д.м.н. (Челябинск)

Голикова Е.М. – д.п.н., доцент (Россия, Оренбург)

Горская И.Ю. – профессор, д.п.н. (Омск)

Драндров Г.Л. – д.п.н., профессор (Россия, Чебоксары)

Ефименко Н.В. – профессор, д.м.н. (Ессентуки)

Замощина Т.А. – профессор, д.б.н. (Томск)

Кайсинова А.С. – д.м.н. (Ессентуки)

Калинина И.Н. – профессор, д.б.н. (Краснодар)

Кобринский М.Е. – профессор, д.п.н. (Беларусь)

Кудашова Л.Р. – профессор, д.б.н. (Казахстан)

Литвинова Н.А. – д.б.н., профессор (Россия, Кемерово)

Махов А.С. – д.п.н., доцент (Россия, Москва)

Мельников А.А. – профессор, д.б.н. (Россия, Москва)

Нопин С.В. – к.т.н. (Россия, Ессентуки)

Репс В.Ф. – д.б.н. (Россия, Пятигорск)

Сентябрев Н.Н. – профессор, д.б.н. (Волгоград)

Сингх Рам Бахадур – профессор, д.м.н. (Индия)

Сивохин И.П. – д.п.н. (Казахстан)

Смоленцева В.Н. – профессор, д.п.н. (Омск)

Солимене У. – профессор, д.м.н. (Италия)

Тамбовцева Р.В. – профессор, д.б.н. (Москва)

Трещева О.Л. – д.п.н., профессор (Россия, Омск)

Ходасевич Л.С. – профессор, д.м.н. (Сочи)

Чермит К.Д. – д.б.н., профессор (Россия, Майкоп)

Шлык Н.И. – д.б.н., профессор (Россия, Ижевск)

EDITORIAL BOARD

Chief editor of the journal

Ter-Akopov Gukas Nikolaevich – PhD in Economic Sciences (Essentuki)

Deputy chief editor

Koryagina Yulia Vladislavovna – Professor, Doctor of Biological Sciences (Essentuki)

Members of the Editorial Board:

Abramova T.F. – Doctor of Biological Sciences (Moscow)

Artemenko E.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Kazan)

Bykov E.V. – Professor, Doctor of Medical Sciences (Chelyabinsk)

Golikova E.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Omsk)

Gorskaya I.Yu. – Professor, Doctor of Pedagogical Sciences (Omsk)

Drandlov G.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Cheboksary)

Efimenko N.V. – Professor, Doctor of Medical Sciences (Essentuki)

Zamoshchina T.A. – Professor, Doctor of Biological Sciences (Tomsk)

Kajsinova A.S. – Doctor of Medical Sciences (Essentuki)

Kalinina I.N. – Professor, Doctor of Biological Sciences (Krasnodar)

Kobrinskij M.E. – Professor, Doctor of Pedagogical Sciences (Belarus)

Kudashova L.R. – Professor, Doctor of Biological sciences (Kazakhstan, Almaty)

Litvinova N.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Kemerovo)

Makhov A.S. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Mel'nikov A.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)

Nopin S.V. – Candidate of Technical Sciences (Russia, Essentuki)

Reps V.F. – Doctor of Biological sciences (Russia, Pyatigorsk)

Sentyabrev N.N. - Professor, Doctor of Biological Sciences (Russia, Volgograd)

Singh Ram Bahadur – Professor, Doctor of Medical Sciences (India)

Sivokhin I.P. – Doctor of Pedagogical Sciences (Kazakhstan, Kostanaj)

Smolentseva V.N. – Professor, Doctor of Psychological Sciences (Russia, Omsk)

Solimene U. – Professor, Doctor of Medical sciences (Italy)

Tambovtseva R.V. – Professor, Doctor of Biological Sciences (Russia, Moscow)

Treshcheva O.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)

Khodasevich L.S. – Professor, Doctor of Medical Sciences (Russia, Sochi)

Chermit K.D. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Majkop)

Shlyk N.I – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Izhevsk)

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология	
АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА Т.В. Абызова	14
ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К СВОЕМУ ЗДОРОВЬЮ И ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ В.Г. Барабаш, Н.Л. Литош	21
ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ЭТНИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВЫХ ГРУПП В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ А.В. Башкирева, С.М. Чибисов, Т.В. Башкирева, Д.М. Максимов	27
ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДОМИНАНТЫ А.А. УХТОМСКОГО У ЖЕНЩИН, СТРАДАЮЩИХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ Л.А. Боярская, Н.Я. Прокопьев, В.Н. Ананьев, Е.А. Боярская	34
ИЗМЕРЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА: К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПРОТОКОЛА В.В. Волков, Р.В. Тамбовцева	43
ОБЗОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЯВЛЕНИЯ КЛЕПТОПАРАЗИТИЗМА У ЖИВОТНЫХ Ю.А. Гинзбург-Шик, Е.П. Муртазина, Е.С. Меськова	52
ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОКОВИДНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП В.Я. Жигало, Ф.Б. Литвин, Н.Г. Каленикова, Г.М. Бойко	64
МИКРОБИОТА КИШЕЧНИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ Н.К. Кайтмазова	72
МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ГЕНЕТИЧЕСКИХ БИОМОДЕЛЯХ В.В. Козлова, В.Ф. Репс, Л.А. Пигунова	79
ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ МАЛЬЧИКОВ 9-11 ЛЕТ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА К.С. Конькова, В.З. Коньков, О.А. Мальков	90
ПОСТУРАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ТАНЦОРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ И.Д. Коняев, Н.Н. Захарьева	98
СКРЫТЫЕ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ БОКСЕРОВ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ С.О. Лагода, Г.Д. Алексанянц, И.С. Кастанов	105
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК ОТРАЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СБОРОВ Ф.Б. Литвин, О.В. Калабин, И.А. Васильева, И.А. Злобина	111
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ОМИКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА Н.Ф. Максюттов, А.А. Муртазин, Е.И. Балакин, В.И. Пустовойт	120
ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА СТУДЕНТОК ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА В.П. Мальцев, А.А. Говорухина, Н.И. Ложкина-Гамецкая	139
ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СИСТЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЫХАНИЯ, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ КРОВИ ПРИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ПАТОЛОГИИ Ю.А. Маслакова, В.В. Колпаков, Т.Н. Василькова, Т.А. Веснина	146

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ВОДЫ НА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ТЕЛА, ИЗМЕРЕННЫЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ИМПЕДАНСОМ А.Б. Мирошников, О.С. Танникова, А.Г. Лапаева	153
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА С.В. Михайлова	163
ВЛИЯНИЕ L-ТИРОКСИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА А.М. Мишина	170
СТАТОКИНЕТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЦА У ЮНЫХ БАДМИНТОНИСТОВ А.С. Назаренко, Н.Н. Чершинцева, А.А. Зверев	177
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ ПО ТЕСТУ FINGERFIT С УРОВНЕМ ПСИХИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА А.А. Померанцев, Т.В. Бахтиарова, Д.А. Травков, О.А. Померанцева	184
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ПЕДАГОГОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19 М.А. Попова, В.В. Чистова, А.Э. Щербакова	193
ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРИОДА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПАНДЕМИИ COVID-19 М.А. Попова, А.Э. Щербакова, А.С. Лакомкина, Н.И. Ложкина-Гамецкая	205
ВЛИЯНИЕ ТАБАКОКУРЕНИЯ НА СИСТЕМУ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЮНОШЕЙ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА В.Н. Пушкина, Е.А. Клокотова	215
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТРУЗОРА ПО ДАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ Е.В. Сапоженкова, В.В. Колпаков, Б.А. Бердичевский, В.Б. Бердичевский	224
ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ У СТУДЕНТОВ С РАЗНОЙ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ ПРИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Р.Г. Сулейманова, Т.Д. Джебраилова, Р.М. Рагимов	231
ВЫЯВЛЕНИЕ СЕНЕСЦЕНТНЫХ КЛЕТОК В ПОЧКАХ КРЫС ПРИ ИММУНО-СУПРЕССИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ Е.В. Тризно, Д.Р. Давыдова, М.Н. Тризно, И.А. Беднов	239
ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ В СТРЕССОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В.В. Трифонов	245
ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ САХАРОЗО-ЛАКТОЗНОГО ДИСБАЛАНСА В ПИТАНИИ НА РИСК РАЗВИТИЯ ОЖИРЕНИЯ У ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ А.Д. Цикуниб, А.А. Алимханова, Ф.Н. Езлю, С.А. Павлюченко	251
Курортология и реабилитация	
ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ МОТОРНОЙ СФЕРЫ ПАЦИЕНТОВ С ОТДАЛЕННЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМЫ ГРУДО-ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА А.А. Качесова, Е.Н. Щурова, М.С. Сайфутдинов, О.Г. Прудникова	259
ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО МАРШРУТА ТЕРРЕНКУРА «ДЕТСКАЯ ТРОПА» Г. ЮЖНО-САХАЛИНСК Ю.В. Корягина, Н.П. Поволоцкая, С.В. Нопин, Г.Н. Тер-Акопов, А.Н. Попов	270

НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ ОБЪЕМА И СВОБОДЫ ДВИЖЕНИЯ В ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ У БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И.И. Орлов, Т.И. Грушина	285
ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19 В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ Е.В. Семелева, Е.В. Плигина	291
КАЧЕСТВО ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ РАННИМ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ С/БЕЗ ПОДМЫШЕЧНОЙ ЛИМФАДЕНЭКТОМИИ М.В. Старкова, Т.И. Грушина, В.В. Жаворонкова, И.И. Орлов	298
Спортивная медицина	
ПОКАЗАТЕЛИ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА И МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПЯТОЧНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ ВЕЛОТРЕКА НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ПОДГОТОВКИ К.И. Никитина, Л.В. Сафонов, Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина	308
Физическая культура и спорт	
ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ Л.А. Акимова, П.П. Тиссен, В.Д. Беспутина	315
ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФОРМ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ О.Н. Алавердова, М.В. Бирюкова, В.М. Гумовская, К.О. Лопатин	322
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА (ФУТБОЛ И ХОККЕЙ) Е.В. Быков, Е.Г. Сидоркина, Е.А. Сазонова, О.В. Балберова	329
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УДАРНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ КИКБОКСЕРОВ СРЕДСТВАМИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАНИЙ КООРДИНАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ М.В. Герасимов	336
АКТУАЛИЗАЦИЯ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ Е.М. Голикова, Т.М. Панкратович, В.Д. Беспутина	343
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ИЗ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ (A_{170}) Л.С. Дворкин, В.И. Морозов	350
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ НА ОСНОВЕ ИЗОКИНЕТИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ Н.И. Дворкина, Ю.Г. Караманов, И.А. Пронина	358
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У МУЖЧИН РАЗНОГО ВОЗРАСТА А.В. Доронцев, Л.Н. Порубайко, Н.А. Зинчук, О.В. Морозова	365
СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ СФЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРВОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА А.В. Дубовик, И.Ю. Горская	371
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТАНЦОРОВ ЛАТИНОАМЕРИКАНСКОЙ ПРОГРАММЫ Д.А. Кардаш, Н.Н. Захарьева	379

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА ДЛЯ ОТБОРА И КОНТРОЛЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ Ю.В. Корягина, С.В. Нопин	386
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА Л.П. Пягай, Г.И. Семёнова	393
АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНЕ СЕВЕРА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ А.А. Русаков, С.В. Романова	400
ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ Н.А. Рыбачук, С.В. Фомиченко, И.А. Алферова	406
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАРТА С ТУМБОЧКИ НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ Н.Г. Скрынникова	413
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СИЛЫ МЫШЦ КИСТИ И СПИНЫ) А.Ю. Шредер, Т.Б. Кукоба, Ф.В. Салугин, Л.А. Кучкова	417

CONTENTS

Physiology	
ASPECTS OF THE HEALTH STATUS MONITORING OF STUDENTS FROM A PEDAGOGICAL UNIVERSITY T.V. Abyzova	14
STUDENTS ATTITUDE TO THEIR HEALTH AND A HEALTHY LIFESTYLE V.G. Barabash, N.L. Litosh	21
FEATURES OF ADAPTIVE RESPONSE OF ETHNIC LANGUAGE GROUPS IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF THE ARCTIC SHIPPING ROUTES A.V. Bashkireva, S.M. Chibisov, T.V. Bashkireva, D.M. Maksimov	27
CHRONOBIOLOGICAL INDICATORS OF THE RESPIRATORY RATE DURING THE FORMATION OF THE A.A. UKHTOMSKIJ DOMINANT IN WOMEN SUFFERING FROM CORONARY HEART DISEASE IN THE POST-COVID PERIOD L.A. Boyarskaya, N.Ya. Prokop'ev, V.N. Anan'ev, E.A. Boyarskaya	34
MEASUREMENT OF MAXIMUM OXYGEN CONSUMPTION: ON THE QUESTION OF CHOOSING A PROTOCOL V.V. Volkov, R.V. Tambovtseva	43
REVIEW OF FACTORS INFLUENCING THE EXPRESSION OF KLEPTOPARASITISM IN ANIMALS I.A. Ginsburg-Shik, E.P. Murtazina, E.S. Mes'kova	52
THE EFFECT OF ANTI-COVID RESTRICTIONS ON HEART RATE REGULATION AMONG STUDENTS OF DIFFERENT ETHNIC GROUPS V.Ya. Zhigalo, F.B. Litvin, N.G. Kalennikova, G.M. Bojko	64
GUT MICROBIOTA AND ITS IMPACT ON THE BODY N. K. Kajtmazova	72
METHOD OF EXPERIMENTAL STUDIES ON GENETIC BIOMODELS V.V. Kozlova, V.F. Repts, L.A. Pigunova	79
EXTERNAL RESPIRATION INDICATORS OF BOYS AGED 9-11 YEARS WITH DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY LIVING IN THE CONDITIONS OF THE NORTH K.S. Kon'kova, V.Z. Kon'kov, O.A. Mal'kov	90
POSTURAL STABILITY AND AUTONOMIC REGULATION OF BLOOD PRESSURE OF ELITE DANCERS WITH DIFFERENT LEVELS OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS I.D. Konyaev, N.N. Zahar'eva	98
HIDDEN DISRUPTIONS OF THE COGNITIVE FUNCTION OF BOXERS, REVEALED WITH THE CANCELLATION TEST S.O. Lagoda, G.D. Aleksanyants, I.S. Kastanov	105
HEART RATE VARIABILITY AS A REFLECTION OF THE TRAINING CAMPS EFFICIENCY F.B. Litvin, O.V. Kalabin, I.A. Vasil'eva, I.A. Zlobina	111
USING MACHINE LEARNING APPROACHES AND OMICS TECHNOLOGIES FOR ASSESSMENT OF HUMAN FUNCTIONAL STATE N.F. Maksjutov, A.A. Murtazin, E.I. Balakin, V.I. Pustovoit	120
THE INDICATORS OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND BODY COMPOSITION OF FEMALE STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITIES IN THE URAL REGION V.P. Mal'tsev, A.A. Govorukhina, N.I. Lozhkina-Gametskaya	139
GENDER FEATURES OF THE PHYSIOLOGICAL EVALUATION OF SYSTEMIC RESPIRATION MECHANISMS, CARDIOVASCULAR SYSTEM AND BLOOD SYSTEM IN CARDIORESPIRATORY PATHOLOGY Yu.A. Maslakova, V.V. Kolpakov, T.N. Vasil'kova, T.A. Vesnina	146

INFLUENCE OF WATER INTAKE ON CHANGES IN BODY COMPOSITION MEASURED BY BIOELECTRICAL IMPEDANCE A.B. Miroshnikov, O.S. Tannikova, A.G. Lapaeva	153
IDENTIFYING INFORMATIONAL CRITERIA OF THE BIOLOGICAL AGE ASSESSMENT S.V. Mikhajlova	163
THE EFFECT OF L-THYROXINE ON THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF RATS WITH A METABOLIC SYNDROME EXPERIMENTAL MODEL A.M. Mishina	170
STATOKINETIC STABILITY AND ELECTROCARDIOGRAPHIC INDICATORS OF HEART WORK IN YOUNG BADMINTON PLAYERS A.S. Nazarenko, N.N. Chershintseva, A.A. Zverev	177
THE INTERRELATION OF FINGERFIT FINE MOTOR SKILLS INDICATORS WITH PSYCHOLOGICAL PROCESSES AND PHYSICAL CONDITION OF PRESCHOOL CHILDREN A.A. Pomerantsev, T.V. Bakhtiarova, D.A. Travkov, O.A. Pomerantseva	184
HEART RATE VARIABILITY AND HEMODYNAMIC RESPONSE IN TEACHERS WHO HAD COVID-19 M.A. Popova, V.V. Chistova, A.E. Shcherbakova	193
AUTONOMIC REGULATION AND HEMODYNAMIC INDICES IN STUDENTS AFTER A PERIOD OF DISTANCE LEARNING IN THE COVID-19 PANDEMIC M.A. Popova, A.E. Shcherbakova, A.S. Lakomkina, N.I. Lozhkina-Gametskaya	205
INFLUENCE OF SMOKING ON THE EXTERNAL RESPIRATORY SYSTEM OF YOUNG MEN FROM THE NORTHERN REGION V.N. Pushkina, E.A. Klokotova	215
FUNCTIONAL FEATURES OF THE DETRUSOR MUSCLE ACCORDING TO ULTRASOUND AND DOPPLER EXAMINATION E.V. Sapozhenkova, V.V. Kolpakov, B.A. Berdichevskij, V.B. Berdichevskij	224
HEMODYNAMIC PARAMETERS IN SUBJECTS WITH DIFFERENT TRAIT ANXIETY LEVEL DURING COGNITIVE ACTIVITY R.G. Sulejmanova, T.D. Dzhebrailova, R.M. Ragimov	231
DETECTION OF SENESCENT CELLS IN RAT KIDNEYS WITH IMMUNOSUP-PRESSIVE EFFECTS E.V. Trizno, D.R. Davydova, M.N. Trizno, I.A. Bednov	239
FEATURES OF THE BODY'S REACTION TO PERFORMING THE DOT CANCELLATION TEST UNDER STRESSFUL CONDITIONS OF PEOPLE WITH DIFFERENT TYPES OF THE NERVOUS SYSTEM V.V. Trifonov	245
PHYSIOLOGICAL AND HYGIENIC ASPECTS OF SUCROSE-LACTOSE IMBALANCE EFFECTS IN NUTRITION ON RISK OF OBESITY IN ADOLESCENT GIRLS A.D. Tsikunib, A.K. Alimkhanova, F. N. Ezlyu, S.A. Pavlyuchenko	251
Balneology and rehabilitation	
MOTOR SYSTEM FEATURES OF PATIENTS WITH LONG-TERM CONSEQUENCES OF THE THORACOLUMBAR SPINE TRAUMA A.A. Kachesova, E.N. Shchurova, M.S. Sajfutdinov, O.G. Prudnikova	259
LANDSCAPE AND CLIMATIC POTENTIAL OF THE HEALTH ROUTE OF THE "DETSKAYA TROPA" TERRAIN CURE WALKING PATH IN YUZHNO-SAKHALINSK Yu.V. Koryagina, N.P. Povolotskaya, S.V. Nopin, G.N. Ter-Akopov, A.N. Popov	270
DYSFUNCTION OF VOLUME AND FREEDOM OF MOVEMENT IN THE SHOULDER JOINT IN BREAST CANCER PATIENTS I.I. Orlov, T.I. Grushina	285
ASSESSMENT OF THE MEDICAL CARE ORGANIZATION DURING THE COVID-19 PANDEMIC IN THE REPUBLIC OF MORDOVIA E.V. Semeleva, E.V. Pligina	291

QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH EARLY BREAST CANCER AFTER SURGERY WITH/WITHOUT AXILLARY LYMPH NODE DISSECTION M.V. Starkova, T.I. Grushina, V.V. Zhavoronkova, I.I. Orlov	298
Sports medicine	
INDICATORS OF PHOSPHORUS AND CALCIUM METABOLISM AND HEEL TISSUE MINERAL DENSITY OF CYCLISTS AT THE STAGES OF THE ANNUAL TRAINING CYCLE K.I. Nikitina, L.V. Safonov, T.F. Abramova, T.M. Nikitina	308
Physical culture and sports	
THE PROCESS MODEL OF BLEDED LEARNING IN THE TEACHING OF PHYSICAL EDUCATION IN A GENERAL EDUCATION ORGANIZATION L.A. Akimova, P.P. Tissen, V.D. Besputina	315
FORMATION OF PERSONAL PHYSICAL CULTURE OF A PRIMARY SCHOOLCHILD IN THE CONDITIONS OF ADDITIONAL FORMS OF PHYSICAL EDUCATION OF A RURAL SCHOOL O.N. Alaverdova, M.V. Biryukova, V.M. Gumovskaya, K.O. Lopatin	322
DEVELOPMENT OF MODEL PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEAM SPORTS ATHLETES (SOCCER AND HOCKEY) E.V. Bykov, E.G. Sidorkina, E.A. Sazonova, O.V. Balberova	329
IMPROVEMENT OF STRIKING BALLISTIC ABILITIES OF YOUNG KICKBOXERS BY MEANS OF COMPLEX COORDINATION TASKS M.V. Gerasimov	336
ACTUALIZATION OF BLENDED LEARNING IN PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS WITH DISABILITIES E.M. Golikova, T.M. Pankratovich, V.D. Besputina	343
OPTIMIZING TRAINING LOADS OF YOUNG ATHLETES FROM RURAL AREAS ON THE BASIS OF THE PHYSICAL PERFORMANCE INDICATOR (A_{170}) L.S. Dvorkin, V.I. Morozov	350
EFFICIENCY OF PERFORMING WEIGHTLIFTING EXERCISES IN ADOLESCENCE BASED ON ISOKINETIC TRAINING N.I. Dvorkina, Yu.G. Karamanov, I.A. Pronina	358
STUDYING THE INFLUENCE OF STRENGTH EXERCISES ON THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES IN MEN OF DIFFERENT AGES A.V. Dorontsev, L.N. Porubajko, N.A. Zinchuk, O.V. Morozova	365
THE CONTENT OF THE METHODOLOGY OF HEALTH-IMPROVING CLASSES FOR INFORMATION TECHNOLOGY EMPLOYEES OF THE EARLY ADULTHOOD A.V. Dubovik, I.Yu. Gorskaya	371
USE OF HEART RATE MONITORING INDICATORS IN THE EVALUATION OF SPECIFIC PERFORMANCE OF LATIN DANCERS D.A. Kardash, N.N. Zahar'eva	379
TASKS AND DIRECTIONS OF DIAGNOSING THE SPORTS RESERVE IN RHYTHMIC GYMNASTICS Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin	386
STUDY OF VELOCITY QUALITIES OF STUDENTS BASED ON A COMPREHENSIVE APPROACH L.P. Pyagaj, G.I. Semenova	393
ASSESSMENT OF PHYSICAL FITNESS OF SENIOR PRESCHOOL CHILDREN LIVING IN THE NORTH OF THE IRKUTSK REGION A.A. Rusakov, S.V. Romanova	400
FEATURES OF THE CONTENT OF THE PHYSICAL EDUCATION ACADEMIC ACTIVITY AT THE UNIVERSITY N.A. Rybachuk, S.V. Fomichenko, I.A. Alferova	406

IMPROVING START FROM THE STARTING BLOCK AT THE STAGE OF INITIAL TRAINING OF SWIMMERS N.G. Skrynnikova	413
COMPARATIVE DESCRIPTION OF STRENGTH FITNESS OF STUDENTS OF DIFFERENT FACULTIES OF A MEDICAL UNIVERSITY (ON THE EXAMPLE OF THE RELATIVE STRENGTH OF THE HAND AND BACK MUSCLES) A.Yu. Schroeder, T.B. Kukoba, F.V. Kalugin, L.A. Kuchkova	417

ФИЗИОЛОГИЯ

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_1
УДК 613.97-057.85

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_1
UDC 613.97-057.85

АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Т.В. Абызова

Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь, Россия

Аннотация. В статье отражены возможности обеспечения индивидуального динамического наблюдения за уровнем адаптационных возможностей организма студентов первого курса с различным уровнем здоровья. Представленные методы исследования обладают высокой диагностической эффективностью и являются интегральными характеристиками индивидуальных особенностей организма. Полученные результаты дают возможность обосновать необходимость проведения контроля функционального состояния организма на этапе предболезни и позволяют предупредить срыв механизмов адаптации обучающихся. Использование представленных методов оценки функционирования организма в учебном процессе повышает компетентность обучающихся в показателях собственного здоровья, заинтересованности в его сохранении и укреплении.

Ключевые слова: обучающиеся, качество жизни, адаптационные возможности организма, методы оценки интегративных показателей функционального состояния различных систем организма, напряжение механизмов адаптации.

ASPECTS OF THE HEALTH STATUS MONITORING OF STUDENTS FROM A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

T.V. Abyzova

Perm State Humanitarian Pedagogical University, Perm, Russia

Annotation. The article reflects the possibilities of providing individual dynamic monitoring of the level of adaptive capacity of the body of first-year students with different levels of health. The presented research methods have high diagnostic efficiency and are integral characteristics of individual features of the body. The results obtained make it possible to substantiate the need for monitoring the functional state of the body at the stage of pre-disease and allow preventing the disruption of the adaptation mechanisms of students. The use of the presented methods for assessing the body function in the educational process increases the competence of students in terms of their own health, interest in its preservation and strengthening.

Keywords: students, quality of life, adaptive capacity of the body, methods of assessing the integrative indicators of the functional state of various body systems, tension of adaptation mechanisms.

Введение. Сохранение и укрепление здоровья студенческой молодежи имеют высокую медицинскую и социальную значимость. Эта тема начала привлекать внимание российских ученых в конце XIX в. и на протяжении долгого времени не теряла своей актуальности, ставилась исследователями в разряд приоритетных [1]. Многочисленные исследования здоровья студентов за последние годы показали, что

здоровье учащихся вузов – недостаточно изученный аспект студенческой жизни [2-6].

Данные научных исследований состояния здоровья молодых людей 17-20 лет показывают, что за период обучения в вузе наибольшую регрессирующую динамику проявляют показатели сердечно-сосудистой, дыхательной системы, опорно-двигательного аппарата. Большинство из

них проявились в последний год обучения в общеобразовательной школе и в первые два года обучения в вузе, и, как правило, подобные нарушения функционирования организма имеют обратимый характер, что следует учитывать при разработке методики и организации занятий по физическому воспитанию студенческой молодежи. Несмотря на то, что уровень и структура заболеваемости студенческой молодежи в разных регионах, по данным исследователей, существенно различаются, серьезной проблемой остается общая для всей страны тенденция ухудшения их состояния здоровья. Более половины абитуриентов к моменту поступления в высшие учебные заведения уже имеют отклонения в состоянии здоровья, к окончанию обучения заболеваемость студентов увеличивается в среднем по стране в 3,8 раза [3, 7].

На показатели здоровья студентов оказывают влияние социально-гигиенические, экологические, экономические и биологические факторы [7]. Студенты вуза подвергаются значительным психоэмоциональным и физическим нагрузкам, сопровождающимся адаптацией к учебным условиям в вузе [2, 3, 8]. Качество жизни студентов имеет свои особенности. Многочисленные исследования показывают, что адаптация к комплексу новых факторов, специфичных для высшей школы, сопровождается, как правило, значительным напряжением компенсаторных приспособительных систем организма обучающихся, способствует изменению качественных и количественных показателей их качества жизни. Это нередко приводит к последующему истощению физических резервов организма, особенно в первые годы обучения [5, 7, 9]. Формирование здоровья определяется разными сферами жизни и достаточно широким кругом вопросов, к ним относящихся. Наиболее полный набор интересующих характеристик и показателей, определяющих здоровье, включает исследования по оценке качества жизни.

Ситуация, связанная с неуклонным ростом заболеваемости среди студентов,

особенно в период обучения, требует тщательного изучения, анализа и проведения эффективных корректирующих мероприятий. В связи с этим, оценка морфофункциональных показателей и определение на этой основе приоритетных направлений работы по сохранению здоровья студенческой молодежи является актуальной задачей [10-13].

К числу важнейших интегральных функциональных характеристик организма относится общая резистентность, являющаяся показателем его устойчивости к различным воздействиям, изучение которых и определение степени и уровней адаптации организма к условиям окружающей среды позволяют выявить состояние здоровья в переходный период от нормы к болезни и своевременно начать целенаправленные профилактические мероприятия.

Цель исследования заключалась в изучении проблемы адаптационных возможностей организма и качества жизни учащейся молодежи с различным уровнем здоровья.

Объектом исследования являлись адаптационные возможности организма студентов с отклонениями в состоянии здоровья педагогического вуза.

Методы и организация исследования. Оценка адаптационных возможностей организма связана с проведением функционального тестирования, то есть с предъявлением организму определенного набора функциональных нагрузок, требующих мобилизации функциональных резервов. Эти нагрузки должны быть адресованы разным системам организма и разным звеньям регуляторного механизма. Для установления донологического состояния необходимо оценить уровень функционирования организма и его основных систем, определить степень напряжения регуляторных механизмов.

В целях исследования адаптационных возможностей организма студентов первого курса педагогического вуза была предпринята попытка оценки интегративных показателей функционального состояния

различных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, вегетативная), психического состояния и качества жизни с использованием следующих методов: интегративная балльная шкала количественной оценки уровня здоровья по Г.Л. Апанасенко; комплексная оценка адаптационного потенциала по Р.М. Баевскому; определение устойчивости организма к гипоксии и гипоксемии (пробы Штанге и Генчи); работоспособность сердечно-сосудистой системы (проба Руфье); состояние вегетативных регуляторных систем (индекс Кердо); психическое состояние по бланковой методике «Самочувствие – Активность – Настроение» В.А. Доскина (САН) и качество жизни человека с использованием русской версии опросника SF-36. Материалы исследования подвергнуты математической обработке с использованием непараметрических критериев Вилкоксона (Wilcoxon Matched Pairs Test). Для сравнения количественных признаков в разных группах применялись критерии Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test).

В исследовании приняли участие обучающиеся первого курса педагогического вуза: 81 девушка, в том числе 36 исследуемых имели отклонения в состоянии здоровья (ОВЗ) и относились к специальной медицинской группе, у которых основными ограничениями по физическим нагрузкам являлись близорукость умеренной и высокой степени, а также нарушения осанки и функционального состояния дыхательной системы. Средний возраст обучающихся составил $18,90 \pm 0,23$ лет.

Результаты исследования и их обсуждение. При оценке параметров качества жизни установлено, что 52,8% исследуемых с ОВЗ по субъективному восприятию общего состояния своего здоровья отмечали его как посредственное, 5,7% лиц – как плохое. Вместе с тем, сравнение самочувствия с предыдущим годом показало у большинства респондентов отсутствие изменений и ухудшение в различной степени – 51% и 26,4% соответственно. Субъективная оценка объема своей повседневной физической

нагрузки свидетельствует о значительных ограничениях, которые испытывают данные студенты при различных видах физической активности (75,5%) и в своей повседневной жизни (30,2%). Нарушение психологического благополучия у них чаще проявлялось в виде степени ограничения своей повседневной деятельности, обусловленной эмоциональными проблемами (50,9%).

Сравнительный анализ показателей физического и психологического благополучия студентов, относящихся по состоянию здоровья к основной медицинской группе показал, что общее состояние своего здоровья оценивалось ими преимущественно как хорошее (53,3%) и очень хорошее (22,2%). При этом оценочный показатель «посредственное» отмечали 24,5% лиц. Вместе с тем, большинство исследуемых не испытывали ограничений по выполнению различных видов физической активности (75,5%) и не испытывали затруднений, связанных с физическим состоянием в повседневной жизни (66,7%), а также в эмоциональных состояниях (66,7%).

По результатам тестирования обучающихся с ОВЗ по бланковой методике САН установлено ухудшение психического состояния преимущественно по показателю «активность», который соответствовал $28,45 \pm 0,88$ баллам и отражал подвижность, скорость и темп протекания функций у исследуемых. Средний групповой показатель САН составил $38,48 \pm 1,22$ баллов (средний). В сравнении с полученными данными в группе студентов, по состоянию здоровья относящихся к основной группе, где отсутствуют низкие показатели САН, средний групповой показатель соответствует высокому ($51,02 \pm 0,44$ баллов), $p < 0,05$.

В соответствии с методикой Г.Л. Апанасенко была предпринята попытка оценки резерва физического и функционального состояния исследуемых девушек ($n=81$), что позволило установить средний уровень здоровья по сумме баллов у 61,7% исследуемых девушек ($n=50$). Среднее значение результата составило $11,22 \pm 1,3$ балла, что соответствует среднему уровню

соматического здоровья, указывающему на пограничное состояние нормы и патологии (донозологическое состояние). При этом наихудшие результаты показали девушки по состоянию здоровья, относящиеся к специальной медицинской группе, где у большинства из них (69,44%) определялся уровень физического здоровья средний, а

также ниже среднего и низкий (19,4%), что свидетельствует о напряжении механизмов адаптации, приводящим к снижению функциональных резервов организма, уменьшению адаптационных возможностей организма и в результате – к повышению риска развития заболеваний (рис.).

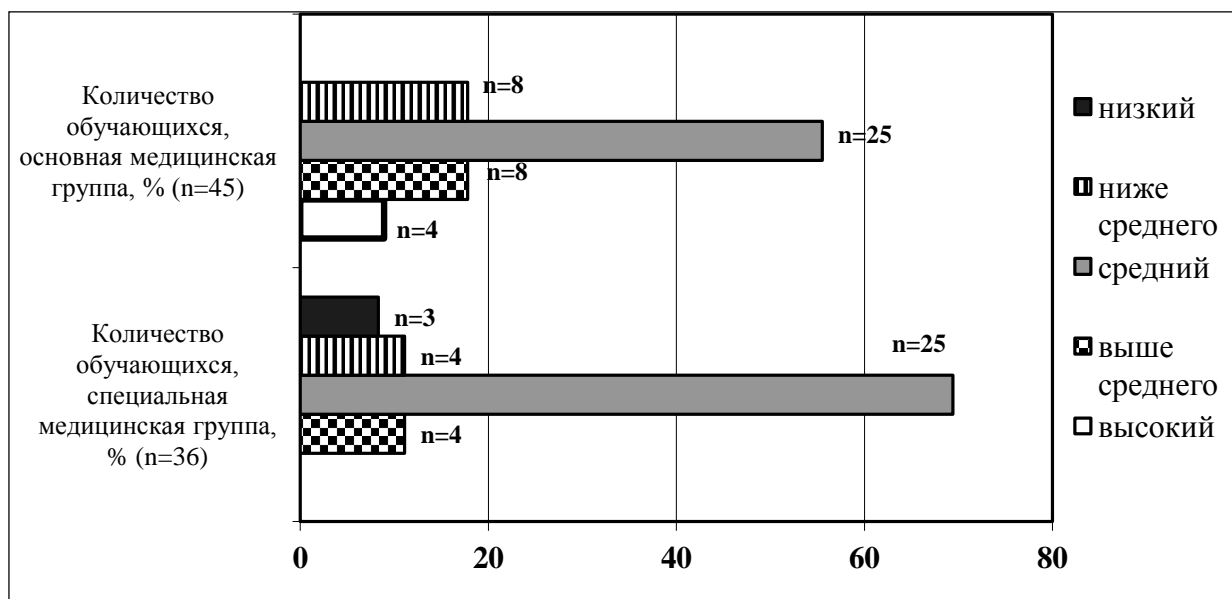


Рис. Структура уровня физического здоровья по Г.Л. Апанасенко в группах наблюдения

Анализ структуры полученных данных у обучающихся с ОВЗ показал снижение результата по сумме баллов в связи с низкими и ниже среднего показателями жизненного индекса у 31% и 22% лиц соответственно и пробы Мартине – у 30% и 60% исследуемых соответственно, что свидетельствует о снижении функциональной подготовленности респираторной системы для выполнения физических нагрузок и плохой реакции сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку.

Результаты оценки индекса массы тела (ИМТ) показали, что у 28,9% девушек, относящихся по состоянию здоровья основной группе, определялся недостаток веса. При этом ИМТ у всех девушек с ОВЗ соответствовал норме.

По данным индекса Робинсона определялся оценочный показатель преимущественно низкий (50%) и ниже среднего

(33,3%) у исследуемых с ОВЗ, в основной группе – 46,7% и 6,4% соответственно, что отражает сниженные функциональные возможности организма, позволяющие косвенно судить о потреблении кислорода при возрастающей нагрузке у исследуемых.

По результатам комплексной оценки адаптационного потенциала организма по Р.М. Баевскому, позволяющему оценить уровень функционирования системы кровообращения и адаптационных возможностей целостного организма исследуемых, установлено напряжение механизмов адаптации у 69,4% студентов специальной медицинской группы и у 64,4% студентов основной группы, где среднее значение показателя составило $2,98 \pm 0,12$ и $2,76 \pm 0,1$ соответственно, что соответствует напряжению механизмов адаптации, $p \geq 0,05$ (табл.).

Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания проводилась по данным функциональных проб для

определения устойчивости организма к гипоксии и гипоксемии, которая представляет собой важный раздел изучения функционального состояния организма в целом. При помощи функциональных проб с нагрузкой (с задержкой дыхания на вдохе и на выдохе) установлено, что по данным пробы Штанге у девушек, имеющих отклонения в состоянии здоровья (специальная медицинская группа) определялся показатель ниже нормы в 70,5% случаев. Среднее значение результата в группе составило $30,6 \pm 0,82$ с, ниже нормы. При этом у 68,8%

девушек основной группы этот показатель определялся как норма. Среднее групповое значение составило $56,22 \pm 1,47$ с, норма.

По данным пробы Генчи у студентов с ОВЗ выявлен показатель ниже нормы у 72,2% лиц. Среднее значение результата в группе составило $26,04 \pm 0,92$ с ниже нормы. У студентов основной группы здоровья по данному показателю определялась норма в 57,8% случаев. Среднее значение результата в группе составило $32,04 \pm 1,46$ с, норма (табл.).

Таблица

Результаты исследования функционального состояния организма обучающихся с различным уровнем здоровья

Методы исследования	Специальная медицинская группа (n=36)	Основная медицинская группа (n=45)
Функционального состояния системы внешнего дыхания: проба Штанге проба Генчи	$30,6 \pm 0,82$ с $26,04 \pm 0,92$ с	$56,22 \pm 1,47$ с* $32,04 \pm 1,46$ с*
Адаптационного потенциала организма по Р.М. Баевскому	$2,98 \pm 0,12$	$2,76 \pm 0,1$

Примечание: * – достоверность различий в группах наблюдения по показателям дыхательной и сердечно-сосудистой систем ($p < 0,05$)

Функциональное состояние вегетативной нервной системы (ВНС) у студентов оценивали по вегетативному индексу Кердо, позволяющему судить о степени влияния ВНС на сердечно-сосудистую систему и являющуюся одной из важнейших интегральных характеристик индивидуальных особенностей организма человека, его адаптации к условиям внешней среды. Полученные результаты указывают на вегетативную дисфункцию у 87,7% исследуемых, проявляющуюся гиперактивностью парасимпатического и симпатического отделов ВНС у 55,6% и 32,1% студентов соответственно, что указывает на перенапряжение вегетативной регуляции и отражает изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы у большинства исследуемых. Сбалансированное состояние вегетативных регуляторных систем наблюдалась лишь в 12,3% случаев и

определялось только у обучающихся основной группы здоровья.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что большинство исследуемых с отклонениями в состоянии здоровья испытывают напряжение механизмов адаптации, приводящее к снижению функциональных резервов организма, уменьшению адаптационных возможностей организма и в результате – к повышению риска развития заболеваний.

Оценочные показатели регистрируемых данных психического и функционального состояния организма обучающихся с различным уровнем здоровья позволили:

- выявить сниженные функциональные резервы организма и провести донологическую оценку состоянию здоровья у обучающихся;

- установить влияние ограничений в состоянии здоровья на физический и

психический компоненты качества жизни, выражающееся в снижении физической активности, уровня общего и психологического здоровья;

- определить востребованность предложенных методов контроля за уровнем адаптационных возможностей организма обучающихся в учебном процессе;

- обеспечить индивидуальное динамичное наблюдение за показателями здоровья и

адекватностью воздействия физических нагрузок в группах наблюдения;

- реализовать возможность самоконтроля и поднять уровень грамотности обучающихся в вопросах ориентирования в показателях собственного здоровья, заинтересованности в его сохранении и укреплении, а также компетентности в методах предупреждения развития патологических состояний на донозологическом этапе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенкова, Т. Н. Состояние здоровья учащейся молодежи / Т. Н. Семенкова // Вестник КемГУ. – 2011. – № 2. – С. 90-97.
2. Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье: учебное пособие / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Береснева. – Москва: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
3. Ивахненко, Г. А. Здоровье студентов как предмет изучения отечественной социологии / Г. А. Ивахненко // Научная мысль. – 2016. – № 4. – С. 53-61.
4. Здоровье студентов: социологический анализ. Монография / отв. ред. И.В. Журавлёва. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
5. Абдуллина, Л. Б. Формирование здорового образа жизни студентов в условиях современного вуза: практико-ориентированный аспект / Л. Б. Абдуллина // Здоровьесберегающее образование. – 2014. – № 2. – С. 78-82.
6. Лысцова, Н. Л. Оценка здоровья студенческой молодежи / Н. Л. Лысцова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (8). – С. 67-75.
7. Таутиев, Т. В. Забота о здоровье студента как важное направление деятельности современного вуза / Т. В. Таутиев, Ю. А. Ткаченко // Научная мысль. – 2019. – № 2. – С. 30-35.
8. Бомин, В. А. Здоровьесберегающие технологии в сохранении и формировании здоровья студентов: учебно-методическое пособие / В. А. Бомин, К. В. Сухинина. – Иркутск: Иркутский филиал Рос. гос. ун-та физ. культуры, спорта, молодёжи и туризма, 2011. – 156 с.
9. Яцун, С. М. Анализ динамики заболеваемости и состояния здоровья студентов Курского государственного университета / С. М. Яцун, Н. А. Князева, И. А. Соколова, Н. В. Лунева // Научный результат. Медицина и фармация. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 57-64.
10. Ивахненко, Г. А. История исследований здоровья студентов в России: социологический

анализ / Г. А. Ивахненко // Социология медицины. – 2021. – Т. 20. – № 1. – С. 21-28.

11. Аспекты контроля и профилактики патологических состояний здоровья обучающихся вуза: колл. моногр. / Абызова Т. В., Батенкова И. В., Акатова А. А. [и др.]; под общ. ред. Т.В. Абызовой; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2021.

12. Меерманова, И. Б. Состояние здоровья студентов, обучающихся в высших учебных заведениях / И. Б. Меерманова, Ш. С. Койгельдинова, С. А. Ибраев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 2 (2). – С. 193-197.

13. Розенфельд, Л. Г. Здоровье студентов по данным субъективной оценки и факторы риска, влияющие на него / Л. Г. Розенфельд, С. А. Батрымбетова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – Т. 4. – С. 38-39.

REFERENCES

1. Semenkov T.N. The health status of students. *Bulletin of Kemerovo State University*, 2011, no. 2, pp. 90-97. (in Russ.)
2. Aghadzanyan N.A. Baevskij P.M., Beresneva A.P. Issues of adaptation and the health doctrine: a textbook. Moscow: Publishing House of the RUDN University, 2006. 284 p. (in Russ.)
3. Ivakhnenko G.A. Students' health as a subject of the study for the national sociology. *Nauchnaya mysl'*, 2016, no. 4, pp. 53-61. (in Russ.)
4. Students' health: a sociological analysis: a monograph. Ed. by I.V. Zhuravlev. Moscow: INFRA-M, 2014. 272 p. (in Russ.)
5. Abdullina L.B. Formation of a healthy lifestyle of students in the conditions of a modern university: a practice-oriented aspect. *Health-saving Education*, 2014, no. 2, pp. 78-82. (in Russ.)
6. Lyssova N.L. Estimation of health of students. *Fundamental Research*, 2015, no. 2(8), pp. 67-75. (in Russ.)
7. Tautiev T.V. Tkachenko Yu.A. Taking care of a student's health as an important activity of a modern

university. *Nauchnaya mysl'*, 2019, no. 2, pp. 30-35. (in Russ.)

8. Bomin V.A., Sukhinina K.V. Health-saving technologies in the preservation and formation of students' health: a study guide. Irkutsk: Irkutsk Branch of the Russian State University of Physical Culture, Sport and Tourism Youth, 2011. 156 p (in Russ.)

9. Yatsun, S.M., Knyazeva N.A., Sokolova I.A., Luneva N.V. Analysis of the dynamics of morbidity and health status of students of the Kursk State University. *Research Result. Medicine and Pharmacy*, 2017, vol. 3, no. 3, pp. 57-64. (in Russ.)

10. Ivakhnenko G.A. History of student health research in Russia: sociological analysis. *Sociology of Medicine*, 2021, vol. 20, no. 1, pp. 21-28. (in Russ.)

11. Abyzova T.V., Batenkova I.V., Akatova A.A. et al. Aspects of control and prevention of pathological health conditions of university students: a collective monograph. Ed. by T.V. Abyzova. Perm State Humanitarian Pedagogical University. Perm, 2021. (in Russ.)

12. Meeranova I.B., Kojgel'dinova S.S., Ibraev S.A. The health status of students studying in higher educational institutions. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2017, no. 2 (2), pp. 193-197. (in Russ.)

13. Rosenfel'd L.G., Batrymbetova S.A. Students' health according to subjective assessment data and risk factors affecting it. *Health of the Russian Federation*, 2008, vol. 4, pp. 38-39. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Васильевна Абызова – кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивных дисциплин и адаптивной физической культуры, ФГБОУ ВО "Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет", Пермь, e-mail: vilat57@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tat'yana Vasil'evna Abyzova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Disciplines and Adaptive Physical Culture, Perm State University of Humanities and Pedagogy, Perm, e-mail: vilat57@mail.ru.

Для цитирования: Абызова, Т. В. Аспекты контроля состояния здоровья обучающихся педагогического вуза / Т. В. Абызова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_1

For citation: Abyzova T.V. Aspects of the health status monitoring of students from a pedagogical university. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_1

Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_2
УДК 796.011.1

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_2
UDC 796.011.1

ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНТОВ К СВОЕМУ ЗДОРОВЬЮ И ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ

В.Г. Барабаш, Н.Л. Литош

Шадринский государственный педагогический университет, г. Шадринск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты анкетного опроса студентов университета и выявлены различия в уровне их теоретической осведомленности в вопросах сохранения и укрепления здоровья и фактического образа жизни студентов, обучающихся на разных курсах. Результаты исследования не выявили существенной разницы в уровне теоретической осведомленности о факторах, укрепляющих и разрушающих здоровье у студентов первого и четвертого курсов, они понимают здоровый образ жизни как следование определенным правилам (соблюдать режим дня, полноценно и регулярно питаться, заниматься физической культурой и спортом, не иметь вредных привычек). В то же время эти правила не становятся для большинства из них руководством к действию, отсутствует регулярность их использования. Это является следствием того, что у молодого поколения нет установки на сохранение и укрепление своего здоровья. Подобная установка может возникнуть только при наличии мотивации на здоровый образ жизни, которая отсутствует на сегодняшний день у студенческой молодежи.

Ключевые слова: здоровье, отношение к здоровью, студенты, здоровый образ жизни.

STUDENTS ATTITUDE TO THEIR HEALTH AND A HEALTHY LIFESTYLE

V.G. Barabash, N.L. Litosh

Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia

Annotation. The article presents the results of a questionnaire survey of university students and reveals differences in the level of their theoretical awareness of the issues of maintaining and strengthening the health and actual lifestyle of students enrolled in different courses. The results did not demonstrate a significant difference in the level of technical awareness and factors that strengthen and damage health in students of 1st and 4th years, they describe a healthy lifestyle as following certain rules (keep regular hours, eat healthy and regularly, work out, do not have unhealthy habits). At the same time, these rules do not become stimuli to them, there is no regularity in their usage. It leads to the point, in which the younger generation does not have an attitude for preserving and improving their health. Such attitude can occur only in case of being motivated to lead a healthy lifestyle, which is absent among the students.

Keywords: health, attitude to health, students, healthy lifestyle.

Введение. Здоровый образ жизни (ЗОЖ) в современном представлении включает в себя повседневные формы и способы жизнедеятельности индивида, которые позволяют ему эффективно укреплять и совершенствовать адаптационные резервы организма и обеспечивать успешное выполнение социальных и профессиональных функций. Здоровье человека всегда выступало наиболее значимым фактором, определяющим специфику состояния современного общества. Это подтверждается

результатами исследований, в которых отмечается ухудшение здоровья всех групп населения, но особую тревогу вызывает здоровье детей, подростков и учащейся молодежи.

По некоторым источникам до 55% всего студенческого контингента имеют различные патологии в состоянии здоровья [1-2]. Среди причин ухудшения здоровья молодого поколения наиболее значимым является их образ жизни. Именно поэтому одним из центральных направлений в

сохранении и укреплении здоровья студенческой молодежи является следование правилам здорового образа жизни [3].

В нормативных документах, в частности – в «Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года», сформулирована одна из основных задач – «формирование у подрастающего поколения ответственного отношения к своему здоровью и потребности в здоровом образе жизни» [4].

Цель исследования заключается в изучении представлений и мотивационных установок студентов в отношении собственного здоровья, здорового образа жизни и применения правил и норм ЗОЖ на практике. Основной задачей явилось выявление теоретической осведомленности в вопросах сохранения и укрепления здоровья и определения фактического образа жизни студентов, обучающихся на разных курсах.

Методы и организация исследования. Нами был проведен анкетированный опрос, в котором приняли участие 150 студентов первого и четвертого курсов обучения института психологии и педагогики Шадринского государственного педагогического университета, обучающихся по направлениям подготовки «Педагогическое и психолого-педагогическое образование», программам бакалавриата, выборочная совокупность в каждой группе составила 25 студентов.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследования студентам было предложено оценить уровень своего здоровья по пятибалльной шкале, где 5 – отличное здоровье; 4 – хорошее здоровье; 3 – удовлетворительное; 2 – скорее плохое, чем удовлетворительное; 1 – плохое здоровье. Полученные результаты представлены на рисунке.

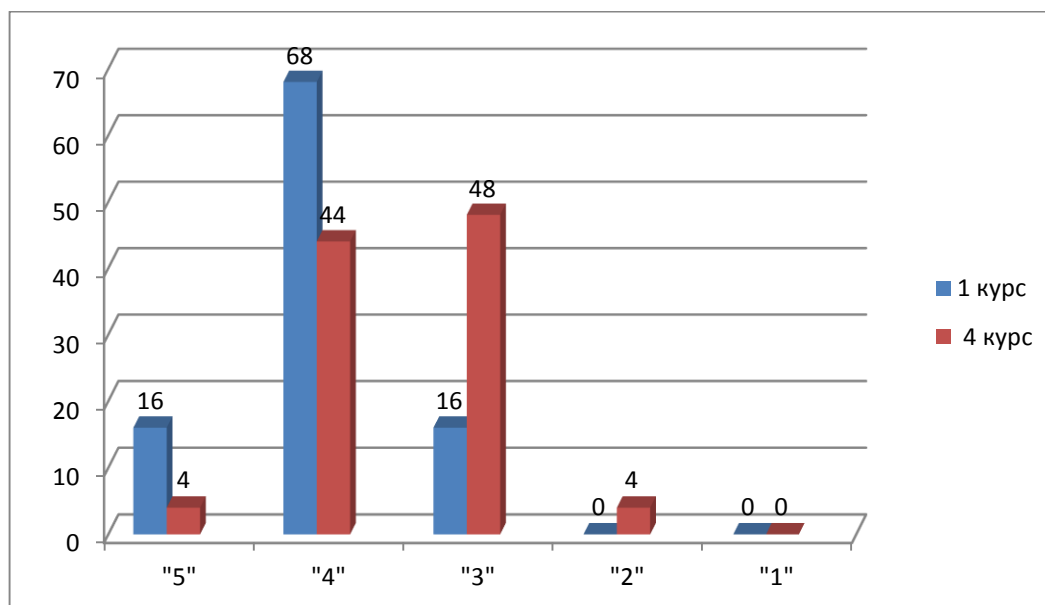


Рис. Оценка субъективного самоощущения респондентами своего здоровья

Высокая самооценка своего здоровья зафиксирована у студентов первого курса с наибольшей долей (68%) ответов как «хорошее здоровье». У студентов четвертого курса доля таких ответов сокращается и составляет только 44%. Почти половина (48%) опрошенных студентов четвертого курса оценили свое здоровье как «удовлетворительное», данный уровень на первом

курсе показали 16% респондентов. Оценить свое здоровье как «отличное» смогли лишь 16% респондентов с первого курса и только 4% опрошенных студентов с четвертого курса. Исследование субъективного самоощущения респондентами своего здоровья показало, что оценка собственного здоровья снижается у студентов по мере обучения их в университете. Все это

подтверждает тот факт, что «образование, которому по самой сути и социально-личностной значимости принадлежит быть здоровьесберегающим, здоровьеразвивающим, на самом деле является здоровьезатратным» [5, с. 79].

Выявление уровня теоретической осведомленности у студентов в вопросах укрепления здоровья осуществлялось, исходя из наличия у них знаний о здоровьесберегающих и здоровьеразрушающих факторах. Данные представлены в таблице 1 и 2.

Как видно из таблицы, подавляющее большинство студентов знают и выделяют факторы, способствующие здоровому

образу жизни. В число наиболее существенных его детерминант, набравших наибольший процент голосов, респондентами были включены: организация рационального питания (84-88%); занятия физическими упражнениями (60-64%); соблюдение режима дня (52-56%); полноценный сон (48-50%). Почти четверть респондентов (20-28%) среди факторов, способствующих укреплению психологического здоровья, отметили эмоциональную устойчивость, отсутствие стрессов. Для меньшей части опрошенных (16-20%) это отсутствие вредных привычек, организация прогулок на свежем воздухе (12-16%).

Таблица 1

Представления студентов о факторах здорового образа жизни (%)

Факторы, способствующие укреплению здоровья	Ответы (%)	
	1 курс	4 курс
Полноценное питание	84	88
Занятия физическими упражнениями	64	60
Соблюдение режима дня	56	52
Полноценный сон	52	48
Эмоциональная устойчивость	28	20
Отказ от вредных привычек	20	16
Прогулки на открытом воздухе	16	12
Закаливание	40	0
Личная гигиена	8	0

Удивительно, что такой фактор здорового образа жизни, как закаливание, отметили только студенты 1 курса обучения (40%). Этот факт мы связываем с изучением на первом курсе такой дисциплины, как «Организация физкультурно-оздоровительной работы в летний период».

Важной составляющей ЗОЖ является отказ от вредных привычек. Отвечая на вопросы о наличии вредных привычек (курение и употребление алкоголя), нами получены результаты, которые представлены в таблице 2.

Отрадно, что подавляющее большинство студентов как первого (96%), так и четвертого курса (80%) не курят совсем. Эти данные показывают, что значительная часть респондентов понимает пагубность данного

фактора, мешающего укреплению их здоровья. По нашему мнению, здесь сыграли роль принятые на государственном уровне меры по борьбе с табакокурением и пропаганда вреда курения. Незначительная часть респондентов (4%) с первого курса и 12% респондентов с четвертого курса ответили, что изредка, от случая к случаю имеют эту пагубную привычку.

Неутешительные данные получены нами при обработке результатов опроса об употреблении алкоголя. Как видно из таблицы 2, большинство респондентов (80%) с четвертого курса и с первого курса (44%) употребляют алкогольные напитки по праздникам и на Новый год. Вызывает опасение и тот факт, что 16% респондентов с четвертого курса ответили, что выпивают

пиво, вино по выходным дням. По нашему мнению, это результат присутствия в общественной среде мнения, что употребление алкоголя в небольших количествах не вредит здоровью. Но здесь кроется большая

опасность: частое употребление даже некрепких алкогольных напитков может привести к появлению алкогольной зависимости.

Таблица 2

Представления студентов о факторах, разрушающих здоровье (%)

Вредные привычки	1 курс	4 курс
1. Курение:		
не курю совсем	96	80
изредка, от случая к случаю	4	12
когда выпиваю алкоголь	0	8
2-4 сигареты в день	0	0
5 и более сигарет в день	0	0
2. Алкоголь:		
совсем не употребляю	56	4
только на Новый год	12	16
по праздникам	32	64
по выходным дням, пиво, вино	0	16

Анализ ответов респондентов о теоретической осведомленности в вопросах сохранения здоровья показал, что знания в области здоровьесбережения у студентов обоих курсов достаточные, при этом навык самоорганизации здорового образа жизни у студентов оказался невысокий.

Респондентам было предложено ответить на вопрос «Ведете ли Вы здоровый образ жизни?». Результаты опроса продемонстрировали, что только незначительная часть респондентов с четвертого курса (4%) и 20% респондентов с первого курса ответили, что ведут здоровый образ жизни. Соответственно 4% респондентов с первого курса и 36% респондентов с четвертого курса ответили, что не ведут здоровый образ жизни. Большая часть респондентов (четвертый курс (60%) и первый курс (76%)) пытаются придерживаться основных принципов здорового образа жизни, однако это не всегда у них получается. Среди основных причин, препятствующих ведению ЗОЖ, были названы нехватка времени, связанная с учебной загруженностью (40%); отсутствие силы воли, лень (40%); нежелание

заниматься спортом, ограничивать себя в еде (20%).

Занятия физическими упражнениями и в целом двигательная активность выступает одним из важных факторов и условий ЗОЖ, а снижение или отсутствие двигательной активности отрицательно сказывается на резервах здоровья. С этим согласилось большинство респондентов как с первого, так и с четвертого курсов соответственно (80-72%), что свидетельствует о положительном образе регулярных занятий физической культурой и спортом. Тем не менее выяснилось, что лишь 28% респондентов с первого курса и 12% респондентов с четвертого курса регулярно занимаются в спортивных секциях. Значительная же часть респондентов в обеих группах (48-52%) не посещают спортивные секции и не занимаются самостоятельно физическими упражнениями для укрепления своего здоровья. Небольшая часть респондентов (16-24%) ответили, что занимаются физическими упражнениями самостоятельно, но нерегулярно, от случая к случаю.

Ответы на вопрос «Делаете ли Вы утром зарядку?» тоже дали неутешительные результаты. Только 8% респондентов с первого и четвертого курсов ежедневно по утрам делают зарядку. Большинство респондентов (52%) с первого курса и 24% с четвертого курса делают зарядку нерегулярно, от случая к случаю.

Анализ ответов на вопросы, связанные с организацией режима дня, показал, что только 12% респондентов в обеих группах соблюдают режим дня. Треть опрошенных студентов с 4 курса (36%) и 4% респондентов с 1 курса ответили, что нарушают режим дня. Отрадно, что значительная часть студентов с 1 курса (84%) и с 4 курса (52%) все-таки пытаются придерживаться режима дня, хотя не всегда это у них получается.

Анализируя ответы студентов, связанные с организацией их фактического образа жизни, можно отметить её неупорядоченность и хаотичность, в таких важнейших компонентах, как нерегулярность занятий физической активностью, несвоевременный и неполноценный приём пищи, нарушение режима сна.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать: проведенное исследование не зафиксировало существенной разницы в уровне теоретической осведомленности о факторах, укрепляющих и разрушающих здоровье у студентов первого и четвертого курсов, они понимают здоровый образ жизни как следование определенным правилам (соблюдать режим дня, полноценно и

регулярно питаться, заниматься физической культурой и спортом, не иметь вредных привычек). В то же время эти правила не становятся для большинства из них руководством к действию, отсутствует регулярность их использования. Это является следствием того, что у молодого поколения нет установки на сохранение и укрепление своего здоровья. Подобная установка может возникнуть только при наличии мотивации на ЗОЖ, которая отсутствует на сегодняшний день у студенческой молодежи.

Проанализировав результаты анкетирования, следует отметить, что при наличии знаний у студентов о факторах, способствующих сохранению и укреплению здоровья, тем не менее, заслуживает внимания необходимость коррекции фактического образа жизни студентов как первого, так и четвертого курсов в сторону соблюдения правил и норм ЗОЖ.

Заключение. Проведенное исследование показывает необходимость работы педагогов, кураторов учебных групп, членов студенческих организаций (спортивных секторов, волонтерских движений и др.) по популяризации здорового образа жизни среди студентов, привлечение их к спортивно-массовым мероприятиям, участию в социальных акциях (борьбы с курением, алкоголем, наркотиками и пр.), проведению научно-прикладных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дёмкина, Е. П. Формирование здорового образа жизни студентов: как не упустить главного? / Е. П. Демкина // Высшее образование в России. – 2016. – № 5 (201). – С. 50-55.
2. Журавлева, И. В. Здоровье молодежи: возможно ли его улучшить? / И. В. Журавлева // Россия реформирующаяся: ежегодник: вып.15 / Отв. ред. М.К. Горшков. – М.: Новый Хронограф, 2017. – С. 419-436.
3. Гареева, И. А. Здоровый образ жизни студенческой молодежи как социальная ценность и реальная практика (по материалам социологического исследования) / И. А. Гареева, А. В. Конобейская // Власть и управление на Востоке России. – 2020. – № 4 (93). – С. 178-181.
4. «Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года» Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 г. – № 996-р. – URL: <https://rg.ru/2015/06/08/vospitanie-dok.html> (дата обращения 27.10.2021)
5. Орехова, И. Л. Концепция эколого-валеологической подготовки будущих педагогов к диверсификационной оздоровительной деятельности / И. Л. Орехова // Мир науки, культуры, образования. – № 3(22). – 2010. – С. 79-82.

REFERENCES

1. Dyomkina E.P. Students' healthy lifestyle in the educational system: how to not miss the point? *Higher Education in Russia*, 2016, no. 5(201), pp. 50-55. (in Russ.)
2. Zhuravlyova I.V. Health of the youth: is it possible to improve? The reforming Russia: annuary, no. 15. Moscow: Novyj Khronograf, 2017. pp 419-436. (in Russ.)
3. Gareeva I.A., Konobejskaya A.V. Healthy lifestyle of students as a social value and real practice (based on the materials of a sociological study). *Power and administration in the East of Russia*, 2020, no. 4(93), pp. 178-181. (in Russ.)
4. "Strategies for developing education in Russia for the period till 2025" – the Government Executive Order from 29.05.2015 No. 996-r. Available at: <https://rg.ru/2015/06/08/vospitanie-dok.html> (accessed 27.10.2021)
5. Orekhova I.L. The concept of ecological and valeological training of future teachers to the diversifying health-improving activity. *The World of Science, Culture, Education*, no. 3(22), 2010, pp. 79-82. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Венера Геннадьевна Барабаш – кандидат педагогических наук, доцент, Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск, e-mail: venera.barabash@mail.ru.

Нина Леонидовна Литош – кандидат педагогических наук, доцент, Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Venera Gennad'evna Barabash – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, e-mail: venera.barabash@mail.ru.

Nina Leonidovna Litosh – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk.

Для цитирования: Барабаш, В. Г. Отношение студентов к своему здоровью и здоровому образу жизни / В. Г. Барабаш, Н. Л. Литош // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_2

For citation: Barabash V.G., Litosh N.L. Students' attitude to their health and a healthy lifestyle. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_2

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_3
УДК 612.017.2+911.2

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_3
UDC 612.017.2+911.2

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ ЭТНИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВЫХ ГРУПП В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

А.В. Башкирева¹, С.М. Чибисов², Т.В. Башкирева³, Д.М. Максимов⁴

¹Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Россия

²Медицинский институт Российского университета дружбы народов, г. Москва, Россия

³Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, г. Рязань, Россия

⁴Центральный Спортивный Клуб Армии Российской Федерации, г. Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследования этнических адаптационных реакций на примере индоевропейской и семито-хамитской этнических языковых групп в экстремальных условиях профессиональной деятельности. В случае развития северного морского транспортного пути, при наборе экипажа для работы на море в суровых арктических широтах целесообразно учитывать этнические особенности вегетативных реакций. На примере исследования адаптационных реакций индоевропейской и семито-хамитской языковых групп установлено, что при наборе экипажа для работы в арктических морях следует учитывать особенности адаптационных вегетативных реакций конкретных этносов. Это необходимо для обеспечения безопасности здоровья членов экипажа в суровых условиях арктических морей, а также профилактики техногенных катастроф на море в случае их возникновения. Известно, что состояние здоровья человека влияет на его поведение, особенно при длительных морских широтно-долготных переходах. И на торговых и транспортных судах, которые будут осуществлять перевозку грузов по северному морскому транспортному пути должны быть не только врачи, но и психологи, которые бы корректировали психологическое здоровье экипажа, состоящего из различных этнических групп с учётом их культурологических особенностей.

Ключевые слова: индоевропейский и семито-хамитский этнические группы, вегетативные реакции, арктические условия, здоровье, вариабельность сердечного ритма.

FEATURES OF ADAPTIVE RESPONSE OF ETHNIC LANGUAGE GROUPS IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF THE ARCTIC SHIPPING ROUTES

A.V. Bashkireva¹, S.M. Chibisov², T.V. Bashkireva³, D.M. Maksimov⁴

¹Ryazan State University named after S.A. Esenin, Ryazan, Russia

²Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

³The Academy of the FPS of Russia, Ryazan, Russia

⁴Central Army Sports Club Moscow, Moscow, Russia

Annotation. The paper presents the results of a study of ethnic adaptation reactions on the example of the Indo-European and Semito-Hamitic ethnic language groups in extreme conditions of professional activity. In the case of the development of the northern shipping route, when recruiting a crew to work at sea in the harsh Arctic latitudes, it is advisable to consider the ethnic characteristics of autonomic reactions. On the example of the study of adaptive responses of the Indo-European and Semito-Hamitic ethnic groups, we have concluded that when recruiting a crew for work in the Arctic seas, the features of adaptive autonomic responses of specific ethnic groups should be taken into account. It is necessary to ensure the safety of the crew members since they are in the harsh conditions of the Arctic seas, as well as to prevent technogenic disasters at sea in case of their occurrence. It is common knowledge that the person's health conditions affect their behavior, especially during long sea latitude and longitude transitions. Not only doctors but also

psychologists should be on board of merchant and transport ships carrying cargo along the Northern Sea Route. They can correct the psychological health of the crew, especially the crew consisting of various ethnic groups, taking into account their cultural characteristics.

Keywords: Indo-European and Semito-Hamitic ethnic groups, autonomic response, Arctic conditions, health, heart rate variability.

Введение. В настоящее время активно обсуждается вопрос развития арктической транспортной магистрали, в связи с трудностями, возникшими в последнее время с движением судов по Суэцкому каналу. Один из вариантов, широко обсуждаемый в развитии морского транспорта запад-восток-запад, связан с интенсивным освоением северного морского пути вдоль берегов России. С нашей точки зрения, если такой путь получит развитие, то общество встанет перед таким барьером, как обеспечение здоровья моряков различных этносов. Это связано с тем, что набор экипажа на суда осуществляется из разных стран мира, и адаптационные реакции этнических групп на климатические особенности морских арктических широт недостаточно изучены [1].

Анализ литературных источников изучения здоровья моряков показал, что мореходство является особой профессией, в которой условия труда отличаются от сухопутных [2]. Известно, что у моряков существуют свои особенности прохождения комиссии для работы в море. Чаще всего на торговых судах врачей нет. Их присутствие зависит от того, под каким флагом ходит торговое судно. Необходимо систематически исследовать профессиональное здоровье моряков [3]. Исследователи отмечают, что моряки испытывают высокий уровень физических неудобств, например: шум, вибрация, изоляция от семьи, длительная продолжительность работы в каждой поездке. Это вызывает усталость и психологические проблемы у моряков [4]. При длительном нахождении в море у моряков ухудшается общее состояние. Возникает повышенная тревожность, вялость, слабость, сонливость, утомляемость, одышка, тахикардия, головная боль, головокружение [5-6]. Средний уровень

самоубийств, зафиксированный в нескольких исследованиях, составляет 13,1% от общего числа смертей от болезней среди моряков.

Арктические широты относятся к экстремальным условиям трудовой деятельности, и изучение медицинского, психологического, психического здоровья членов экипажа является важной составляющей благополучного похода морского судна. Важная задача, которая стоит перед любым обществом, заключается в создании социальной безопасности здоровья и профессионального долголетия человека в условиях выполнения профессиональной деятельности [7-8].

Безопасность труда связана с пониманием хронобиологического потенциала человеческих ресурсов для обеспечения положительной адаптации, сохранения ресурсов здоровья, мониторинга индивидуального здоровья тех трудовых ресурсов, которые будут осуществлять систематическое плавание в суровых ледовых условиях. В таких случаях мера индивидуального риска сочетается с высоким напряжением психофизиологических резервов организма в многообразных стрессовых ситуациях [9-10].

Северный морской путь проходит через несколько часовых поясов, к которым человеку приходится адаптироваться [11]. Например, известно, что адаптивные реакции кардиореспираторной системы у вахтовых рабочих при экспедиционном типе организации в разные сроки вахтового периода возникают: у симпатотоников – на 1-4, нормотоников – на 20-30, у ваготоников – на 35-40 сутки вахты [12].

Исследованиями установлено, что низкую температуру организм переносит по-разному в зависимости от насыщенности воздуха влагой [13]. Систолическое артериальное давление повышается при

понижении температуры воздуха, атмосферного давления и увеличении влажности до 80-90%, одновременно отмечается увеличение частоты и глубины дыхания [14].

Российскими учёными показано, что при неблагоприятных условиях арктических широт у человека наблюдается урежение пульса, нарушение циркадного ритма сердечной деятельности, повышается уровень систолического и диастолического артериального давления крови; снижается систолический и минутный объем сердца, отмечается длительность восстановления показателей сердечно-сосудистой системы. Дыхание сухим холодным воздухом приводит к переохлаждению лёгких и гипоксемии [8].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что этносы имеют свои особенности адаптации к природно-климатическим условиям и длительному нахождению вдали от суши и недостаточно изучены.

Цель исследования: изучить этнические особенности адаптационных реакций человека в условиях освоения северных широт.

Методы и организация исследования. В физиологии труда уделяется большое внимание состоянию тонуса вегетативной нервной системы как отражению процесса адаптации организма человека к трудовой деятельности. В литературных источниках выделяют следующие типы вегетативной реактивности:

- 1) общая симпатикотония;
- 2) частичная симпатикотония;
- 3) общая ваготония;
- 4) частичная ваготония;
- 5) смешанная реакция;
- 6) общая интенсивная реакция;
- 7) общая слабая реакция [7].

Вегетативный статус изучался по показателям анализа variability сердечного ритма (BCP). В исследовании использован аппаратно-программный комплекс «Варикард 5.0». Выделение кардиоинтервалов и статистическая

обработка полученных массивов данных

проводилась с использованием программы “ISCIM-6” (Институт внедрения новых медицинских технологий ПАМЕНА).

Изучены показатели RMSSD (ms) – квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар RR-интервалов; SDNN – стандартное отклонение от средней длительности всех RR-интервалов. Также анализировалась мощность спектров различных частотных диапазонов: высокой частоты (HF – тропные), отражающие активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и низкой частоты (LF – изменение баро- и хеморецепторов) – активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, также изучены показатели амплитуды спектральных характеристик (A).

Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента, корреляционный анализ – по Пирсону (r). Статистическая обработка полученных результатов и графики выполнены с использованием программы “Statistica-6”.

Замеры проводились в естественных условиях в процессе трудовой деятельности. Изучены показатели BCP у мужчин (n=102) индоевропейской (n=68), семитохамитской (n=34) этнических языковых групп (возраст $45,6 \pm 4,0$; $\sigma = 8,86$), которые осуществляют трудовую деятельность в экстремальных условиях.

Результаты исследования и их обсуждение. Показатели HF и LF, полученные в результате преобразований Фурье, являются в живых системах отражением последовательности влияния предыдущих событий на последующие.

Важным показателем состояния вегетативной нервной системы является амплитуда спектральных данных. Амплитуда HF, LF, VLF (диапазон очень высокой частоты), ULF (диапазон очень низкой частоты) свидетельствует о степени напряжения организма в условиях различных экзогенных и эндогенных влияний.

У мужчин индоевропейской языковой группы в условиях выполнения профессиональной деятельности на севере умеренных широт России наблюдается взаимопереход амплитуды спектральных характеристик (АНФ, ALF, AVLF, AULF). Это свидетельствует об активных адапционных процессах в данных условиях выполнения трудовой деятельности (рис. 1).

Выявлена достоверная связь между амплитудами АНФ – ALF ($r=0,71$; $p<0,001$), АНФ – AVLF ($r=0,45$; $p<0,05$), АНФ – AULF ($r=0,43$; $p<0,05$).

У мужчин семито-хамитской группы в условиях выполнения трудовой деятельности на севере умеренных широт наибольшее напряжение по данным амплитуды приходится на VLF и ULF. Это свидетельствует о психоэмоциональном напряжении функциональных систем (рис. 2).

Однако перенапряжение наблюдается по показателям АНФ, что является симптомами психогенных нарушений. Вегетативные дисфункции выражаются в противоположном влиянии симпатической и парасимпатической вегетативной системы на работу органов. В поведении это выражается чаще всего в негативных эмоциональных состояниях человека. Такие состояния ведут к нарушению социальных взаимоотношений в команде, конфликтным и иным ситуациям. Выявлена достоверная связь между АНФ и ALF у семито-хамитской языковой группы ($r=0,57$; $p<0,01$), что свидетельствует о нарушении процессов синхронизации адапционных реакций в условиях напряженного труда на севере умеренных широт России.

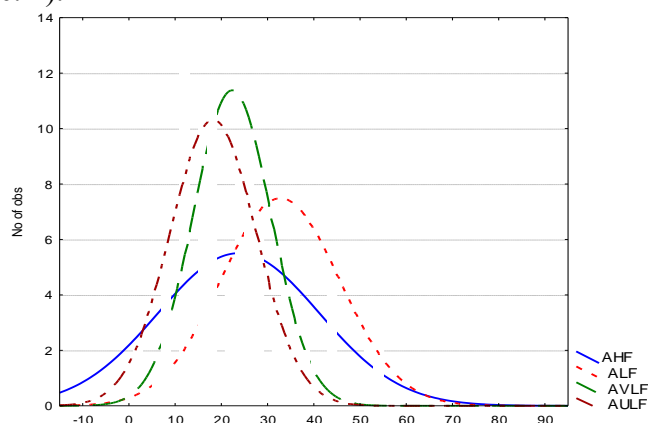


Рис. 1. Показатели амплитуды спектрального анализа у индоевропейской языковой группы в условиях трудовой профессиональной деятельности на севере умеренных широт России

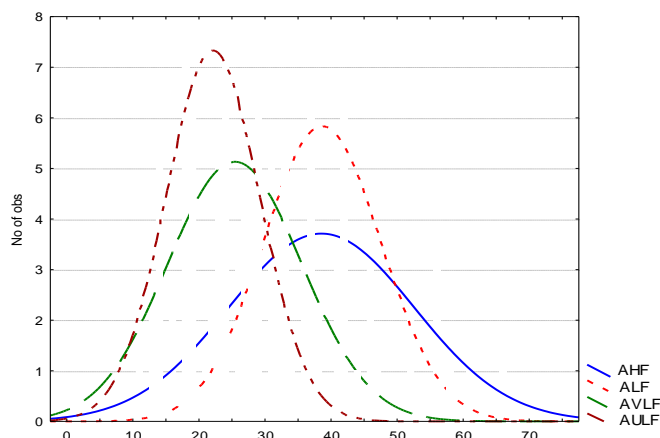


Рис. 2. Показатели амплитуды спектрального анализа у семито-хамитской языковой группы в условиях трудовой профессиональной деятельности на севере умеренных широт России

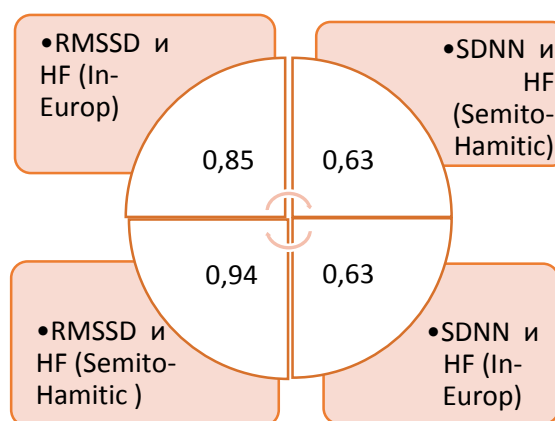


Рис. 3. Взаимосвязь между показателями RMSSD, SDNN с HF у представителей индоевропейской (In-Europ) и семито-хамитской (Semito-Hamitic) этническими языковыми группами в экстремальных условиях профессиональной деятельности

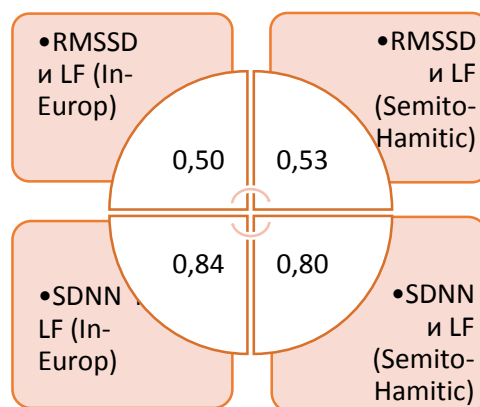


Рис.4. Взаимосвязь между показателями RMSSD, SDNN с LF у представителей индоевропейской (In-Europ) и семито-хамитской (Semito-Hamitic) этническими языковыми группами в экстремальных условиях профессиональной деятельности

У мужчин индоевропейской этнической языковой группы выявлена достоверная связь RMSSD с HF ($r=0,85$; $p<0,001$) и SDNN с LF ($r=0,84$; $p<0,001$), между RMSSD и SDNN составила $r=0,65$; $p<0,001$. Это свидетельствует о смешанной интенсивной вегетативной реакции. Синхронизация управления ритмом сердца осуществляется сердечно-сосудистым центром (LF), что свидетельствует о влиянии баро- и хеморецепторов на активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. В условиях экстремальной трудовой деятельности будет наблюдаться симпатикотония (рис. 3-4).

У мужчин семито-хамитской этнической языковой группы выявлена достоверно высокая связь между RMSSD и HF ($r=0,94$; $p<0,001$), SDNN и LF ($r=0,80$; $p<0,001$), а также между RMSSD и SDNN и LF ($r=0,71$; $p<0,001$). Это свидетельствует о том, что регуляция ритма сердца осуществляется ваго-инсулярной ветвью барорецептивного рефлекса и соответствует общей ваготонии. Можно предположить, что у семито-хамитской языковой группы в напряженных условиях трудовой деятельности может наблюдаться ваготония.

Исследованиями установлено, что в условиях выполнения трудовой деятельно

сти на севере умеренных широт России при действии комплекса стресс-факторов различной природы у мужчин индоевропейской языковой группы отмечается смешанная вегетативная реакция. Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца осуществляется активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы. В этих же условиях труда у семито-хамитской языковой группы вегетативная реакция соответствует частичной ваготонии. Синхронизация управления регуляцией ритмом сердца осуществляется активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Можно сказать, что в адаптации к комплексу стресс-факторов различной природы у мужчин индоевропейской и семито-хамитской этнических языковых групп имеют значение этнические особенности, которые свидетельствуют о лабильности ритмических структур управления регуляцией ритмом сердца.

Заключение. Таким образом, результаты изучения этнических особенностей вегетативных реакций в условиях

комплекса стресс-факторов различной природы северных широт на примере индоевропейской и семито-хамитской языковой группы показали, что при наборе экипажа для работы в арктических морях следует учитывать особенности адаптационных вегетативных реакций конкретных этносов. Это необходимо для обеспечения безопасности здоровья членов экипажа в суровых условиях арктических морей, а также профилактики техногенных катастроф на море в случае их возникновения. Известно, что состояние здоровья человека влияет на его поведение, особенно при длительных морских широтно-долготных переходах. И на транспортных судах, которые будут осуществлять перевозку грузов по северному морскому транспортному пути, должны быть не только врачи, но и психологи, которые бы корректировали психологическое и психическое здоровье членов экипажа, состоящего из различных этнических групп, с учётом особенностей их адаптационных реакций на комплекс стресс-факторов различной природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ukhovsky, D. M. Features of the systemic mechanisms of adaptation in barometer-sensitive servicemen to the climatic conditions of the Far North / D. M. Ukhovsky, M. M. Bogoslovsky, M. V. Rezvantsev // *Medico-biological and sociopsychological problems of safety in emergency situations*, – 2016. – Vol. 1. – pp. 48-53.
2. Is Social Jetlag Associated with an Adverse Endocrine, Behavioral, and Cardiovascular Risk Profile? / Rutters F., Lemmens S. G., Adam T. C. [et al] // *J. Biological Rhythms*. – 2014. – Vol. 29. – pp. 377-383.
3. Psychological stress in seafarers: a review / A. Carotenuto, A. Molino, A. Fasanaro, F. Amenta // *Int. Marit. Health*. – 2012. – Vol. 63. – pp. 188-194.
4. Increased levels of resistin in rotating shift workers: a potential mediator of cardiovascular risk associated with circadian misalignment / Burgueno A., Gemma C., Gianotti T. F. [et al] // *Atherosclerosis*, – 2010. – Vol. 210. – pp. 625-629.
5. Lefkowitz, R. Y. Rates and occupational characteristics of international seafarers with mental illness / R. Y. Lefkowitz, M. D. Slade, C. A. Redlich // *Occup. Med.* – 2019, – Vol. 69, – pp. 279-282.
6. Roberts, S. E. Shipping casualties and loss of life in UK merchant shipping, UK second register and foreign flags used by UK shipping companies / S. E. Roberts, P. V. Marlow, B. Jaremin // *Mar. Policy*. – 2012. – Vol. 36. – pp. 703-712.
7. Agadzhanian, N. A. Chronophysiological aspects of human adaptation to the conditions of the Arctic Polar region. *Chronobiology and chronomedicine* / N. A. Agadzhanian; Ed. By F. I. Kosparova. – Medicine, 2017. – 400 p.
8. Extending a model of shiftwork tolerance / Pisarski A., Brook C., Bohle P. [et al] // *Chronobiology International*. – 2006. – Vol. 23(6). – pp. 1363-1377.
9. Assessment of public health of production workers according to HRV E3S / Bashkireva A., Bashkireva T., Severin A. [et al] // *Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 217.
10. Kubasov, R. V. Dynamics of the content of serum immunoglobulins in sailors during the Arctic voyage / R. V. Kubasov, V. V. Lupachev // *Marine Medicine*. – 2016. – Vol. 2(2). – pp. 25-29.

11. Resilience and well-being amongst seafarers: cross-sectional study of crew across 51 ships / Doyle N., MacLachlan M., Fraser A. [et al] // *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* – 2016. – Vol. 89(2). – pp. 199-209.
12. Zagorodnikov, G. G. Assessment of hemodynamic parameters under the influence of extreme climatogeographic factors on the body of flight personnel during the period of adaptation to the conditions of the Far North / G. G. Zagorodnikov, A. A. Bochenkov // *Medline.* – 2018. – Vol. 11(2). – pp. 482-493.
13. Melatonin enhances antioxidant action of alpha-tocopherol and ascorbate against NADPH- and iron-dependent lipid peroxidation in human placental mitochondria / Milczarek R., Hallmann A., Sokołowska E. [et al] // *J Pineal Res.* – 2010. – Vol. 49(2). – pp. 149-155.
14. Haus, E. Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects / E. Haus, M. Smolensky // *Cancer Causes Control.* – 2006. – Vol. 17. – pp. 480-500.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анастасия Викторовна Башкирева – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических и психологических основ физического воспитания, РГУ имени С.А. Есенина, Рязань, e-mail: bashkireva32@gmail.com.

Сергей Михайлович Чибисов – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей патологии и патологической физиологии имени В.А. Фролова медицинского института РУДН, Москва, e-mail: kalcna@mail.ru.

Татьяна Валентиновна Башкирева – доктор биологических наук, профессор кафедры психологии, Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, Рязань, e-mail: bashkirevat@bk.ru.

Дмитрий Михайлович Максимов – Заслуженный мастер спорта, Центральный Спортивный Клуб Армии Российской Федерации, Москва, e-mail: maksdi545@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anastasia Viktorovna Bashkireva – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical and Psychological Foundations of Physical Education, Ryazan State University named for S.A. Esenin, Ryazan, e-mail: bashkireva32@gmail.com.

Sergej Mikhajlovich Chibisov – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of General Pathology and Pathological Physiology named after V.A. Frolov, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, e-mail: kalcna@mail.ru.

Tat'yana Valentinovna Bashkireva – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Psychology, the Academy of the FPS of Russia, Ryazan, e-mail: bashkirevat@bk.ru.

Dmitrij Mikhajlovich Maksimov – Honored Master of Sports, Central Army Sports Club Moscow, Moscow, e-mail: maksdi545@mail.ru.

Для цитирования: Особенности адаптационных реакций этнических языковых групп в условиях развития арктических транспортных магистралей / А.В. Башкирева, С.М. Чибисов, Т.В. Башкирева, Д.М. Максимов // *Современные вопросы биомедицины.* – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_3

For citation: Bashkireva A.V., Chibisov S.M., Bashkireva T.V., Maksimov D.M. Features of adaptive response of ethnic language groups in the conditions of development of the arctic shipping routes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_3

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_4
УДК: 611.2; 616.12-005; 578.834.11

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_4
UDC: 611.2; 616.12-005; 578.834.11

ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДОМИНАНТЫ А.А. УХТОМСКОГО У ЖЕНЩИН, СТРАДАЮЩИХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ

Л.А. Боярская¹, Н.Я. Прокопьев², В.Н. Ананьев³, Е.А. Боярская¹

¹ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет, г. Тюмень, Россия

²ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

³ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты хронобиологического изучения функции внешнего дыхания – частоты дыхательных движений (раз/мин) в 8, 12, 16 и 20 часов в понедельник, среду и пятницу у женщин второго периода среднего возраста ($47,6 \pm 1,8$ лет), в постковидном периоде, проживающих на юге Западной Сибири и страдающих ишемической болезнью сердца. Мозг человека во время бодрствования работает на определенных алгоритмах, требующих постоянного обновления. Мы предположили, что для создания доминанты по А.А. Ухтомскому, способствующей улучшению дыхания в процессе обновления нейронных связей в головном мозге, в условиях круглосуточного стационарного лечения целесообразно использовать музыкальное сопровождение и внушение. Показано, что по мере увеличения возраста у женщин, перенесших новую коронавирусную инфекцию, на фоне ишемической болезни сердца, функциональные возможности дыхательной системы снижаются. Результат хронобиологического исследования свидетельствовал о достоверном улучшении частоты дыхательных движений при использовании доминанты А.А. Ухтомского, особенно в 12 и 16 часов дня.

Ключевые слова: женщины, второй период среднего возраста, ишемическая болезнь сердца, последствия COVID-19, частота дыханий, хронобиология.

CHRONOBIOLOGICAL INDICATORS OF THE RESPIRATORY RATE DURING THE FORMATION OF THE A.A. UKHTOMSKIJ DOMINANT IN WOMEN SUFFERING FROM CORONARY HEART DISEASE IN THE POST-COVID PERIOD

L.A. Boyarskaya¹, N.Ya. Prokop'ev², V.N. Anan'ev³, E.A. Boyarskaya¹

¹Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

²Tyumen State University, Tyumen, Russia

³Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Annotation. The article presents the results of a chronobiological study of the function of external respiration – the respiratory rate (times/min) at 8, 12, 16 and 20 hours on Monday, Wednesday and Friday in women of the second period of middle age (47.6 ± 1.8 years), in the post-COVID period, living in the south of Western Siberia and suffering from coronary heart disease. The human brain during wakefulness works on certain algorithms that require constant updating. We assumed that in order to create the A.A. Ukhtomskij dominant, which helps to improve breathing in the process of updating neural connections in the brain, in conditions of round-the-clock inpatient treatment, it is advisable to use musical accompaniment and suggestion. It is shown that as the age increases in women who have undergone a new coronavirus infection, the functional capabilities of the respiratory system decrease against the background of coronary heart disease. The result of the chronobiological study indicated a significant improvement in respiratory rate when using the A.A. Ukhtomskij dominant, especially at 12 and 16 o'clock in the afternoon.

Keywords: women, the second period of middle age, coronary heart disease, consequences of COVID-19, respiratory rate, chronobiology.

Введение. Пандемия COVID-19 внесла существенные изменения в привычный образ жизни каждого человека на земле, в том числе огромнейшего числа больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы (ССС) [1-4].

Известно, что возбудитель SARS-CoV-2 вызывает генерализованный воспалительный процесс в организме, поражающий не только дыхательную [5-9], но и сердечно-сосудистую систему человека, вызывая серьезные осложнения в виде обострений ишемической болезни сердца (ИБС), инфаркта миокарда (ИМ), нарушений сердечного ритма, тромбоза [10-13]. Так, в частности, осложнения со стороны ССС встречаются у 20-25% и являются причиной смерти у 40% больных [8, 14, 15, 16]. Длительная по времени самоизоляция населения в период пандемии в условиях ограниченного жизненного пространства, а порой и полное ограничение двигательной активности значительно повлияло на функциональное состояние ССС.

В доступной литературе мы не встретили исследований, проливающих свет на влияние длительного режима самоизоляции женщин второго периода среднего возраста, страдающих ИБС без клинических признаков хронической сердечной недостаточности, на хронобиологические показатели функции внешнего дыхания, во-первых, под воздействием одновременного положительного словесного внушения для создания доминанты академика А.А. Ухтомского и, во-вторых, на фоне музыкального сопровождения. Следует отметить, что при оценке физического развития человека обязательным пунктом обследования является анализ его устойчивости к гипоксии [3, 11, 17].

Цель: изучить частоту дыхательных движений с позиции хронобиологии у женщин второго периода среднего возраста в постковидном периоде под влиянием положительного словесного воздействия для создания доминанты академика А.А. Ухтомского при использовании музыкального сопровождения.

Методы и организация исследования.

В проспективном открытом несравнительном исследовании обследовано 46 женщин второго периода среднего возраста ($47,6 \pm 1,8$ лет), проживающих на юге Западной Сибири, перенесших пандемию COVID-19, находящихся на стационарном лечении в ФГБУЗ ЗСМЦ ФМБА России г. Тюмени по поводу хронического течения ИБС без клинических признаков сердечной недостаточности. Второй период среднего возраста, длящийся 20 лет, мы условно поделили на равные 5-ти летние промежутки жизни [4]: от 36 до 40 лет ($38,4 \pm 1,4$; $n=12$), от 41 до 45 лет ($43,1 \pm 1,24$; $n=11$), от 46 до 50 лет ($48,2 \pm 1,3$; $n=10$) и от 51 до возраста 55 лет ($52,7 \pm 1,6$; $n=13$). Из анамнеза следует, что длительность заболевания ИБС у женщин составила $6,2 \pm 1,4$ лет относительно впервые выявленного эпизода стенокардии напряжения, продолжительность постковидного периода – от 6 до 9 месяцев, процент поражения легочной ткани, подтвержденный результатами компьютерной томографии (КТ) составил: КТ (0%) – 5 человек, КТ1 (менее 25%) – 24 человека, КТ2 (25-50%) – 17 человек.

В период стационарного лечения пациентам проведена комплексная оценка функционального состояния дыхательной системы с применением инструментального метода исследования, но в данной статье мы представляем только результаты изучения хронобиологических показателей частоты дыхательных движений.

На наш взгляд, процесс обновления нейронных связей в головном мозге будет эффективней, если его стимулировать с помощью дыхания, в частности произвольной задержкой на вдохе и выдохе под музыкальное сопровождение и словесное внушение для создания доминанты по А.А. Ухтомскому. В течение 10 минут под музыкальное сопровождение женщину спокойно убеждали в том, что она без особого усилия и без видимого напряжения сможет уменьшить ЧДД, в сравнении с тем что она делала в состоянии покоя. В течение периода позитивного внушения и непосредственного

определения ЧДД звучала спокойная расслабляющая инструментальная музыка. Мы сделали предположение, что небольшой по времени, но именно положительный характер внушения на фоне музыкального сопровождения может явиться тем раздражителем для головного мозга, который, в соответствии с учением академика А.А. Ухтомского о доминанте, программирует его на более выраженное и устойчивое по времени сохранение функции внешнего дыхания.

Результаты исследования обработаны на персональном компьютере с использованием современных электронных программ (Statistica). Оценка достоверности различий осуществлялась с использованием t-критерия Стьюдента.

Исследование проводилось с информированного согласия женщин, были

соблюдены принципы добровольности, прав и свобод личности, гарантированных статьями 21 и 22 Конституции РФ.

Результаты исследования и их обсуждение. Соблюдая охранительный режим терапевтического отделения, мы стремились пребывание в палате сделать не только максимально комфортным, но и полезным. В связи с этим, при проведении исследования мы объясняли методику исследования, алгоритм выполнения, а также практическую его значимость. Результаты показали (табл. 1), что, во-первых, у женщин, страдающих ИБС, перенесших новую коронавирусную инфекцию, ЧДД грудной клетки в состоянии физического покоя находится на верхней границе значений нормы и не выходит за пределы возрастных физиологических значений – от 12 до 20 раз/мин.

Таблица 1

Хронобиологические показатели ЧДД в состоянии физиологического покоя (I) и после сочетанного (II) позитивного внушения и музыки ($M \pm m$)

День недели	Время обследования			
	В 8 часов	В 12 часов	В 16 часов	В 20 часов
Понедельник	I. 18,84±0,60	I. 19,08±0,61	I. 19,50±0,62	I. 18,72±0,57
	II. 17,03±0,54	II. 17,34±0,57	II. 17,37±0,56	II. 16,86±0,53
	Урежение 1,81	Урежение 1,74	Урежение 2,13	Урежение 1,86
Среда	I. 18,31±0,59	I. 18,87±0,63	I. 19,42±0,60	I. 18,28±0,57
	II. 16,93±0,46	II. 17,32±0,52	II. 17,36±0,48	II. 16,55±0,45
	Урежение 1,38	Урежение 1,55	Урежение 2,06	Урежение 1,73
Пятница	I. 18,16±0,57	I. 18,22±0,58	I. 19,27±0,61	I. 18,04±0,53
	II. 16,91±0,49	II. 16,90±0,52	II. 17,28±0,50	II. 16,51±0,46
	Урежение 1,25	Урежение 1,32	Урежение 1,99	Урежение 1,53
Средние значения	I. 18,43±0,58	I. 18,72±0,56	I. 19,39±0,61	I. 18,34±0,52
	II. 16,95±0,49	II. 17,18±0,53	II. 17,33±0,51	II. 16,64±0,48

Во-вторых, в 16 часов дня ЧДД в абсолютных значениях больше, чем в 8 и в 20 часов (рис. 1). В-третьих, ЧДД в 8 часов утра и в 20 часов не имеют достоверных различий ($p > 0,05$). Дневная амплитуда ЧДД в течение дня и недели колебалась от 16,9 до 19,5 раз в минуту.

Выявлены достоверные различия в ЧДД (табл. 2) в течение дня и недели у женщин в возрасте от 36 до 55 лет за равные 5-ти летние промежутки времени.

Результаты показали, что, во-первых, в понедельник у всех женщин в течение светового дня ЧДД в 16 часов имеет максимальные абсолютные значения. Во-вторых, у всех женщин после словесного внушения отмечается достоверное ($p < 0,05$) урежение ЧДД, особенно в возрасте 51-55 лет (рис. 2).

Существенных отличий в ЧДД в среду, в сравнении с понедельником, у женщин второго периода среднего возраста мы не отметили (табл. 3).

Вызывает определенный практический интерес ЧДД у женщин 51-55 лет, т.е. в переходный период к пожилому возрасту, в динамике светового дня. Результаты исследования свидетельствовали о том, что в данном возрасте ЧДД, особенно в 16 часов дня, была наиболее выраженной, как и урежение числа дыханий (рис. 3).

Как показали результаты изучения ЧДД в течение светового дня, в течение недели, в

пятницу, существенных отличий, в сравнении с началом и серединой недели, мы не выявили (табл. 4).

Прослеживается четкая достоверная ($p < 0,05$) зависимость урежения ЧДД в состоянии физического покоя и после гипнотического внушения под музыку (более выражено в возрасте 51-55 лет) (рис. 4). По мере увеличения возраста женщин выявляется достоверное ($p < 0,05$) увеличение ЧДД.

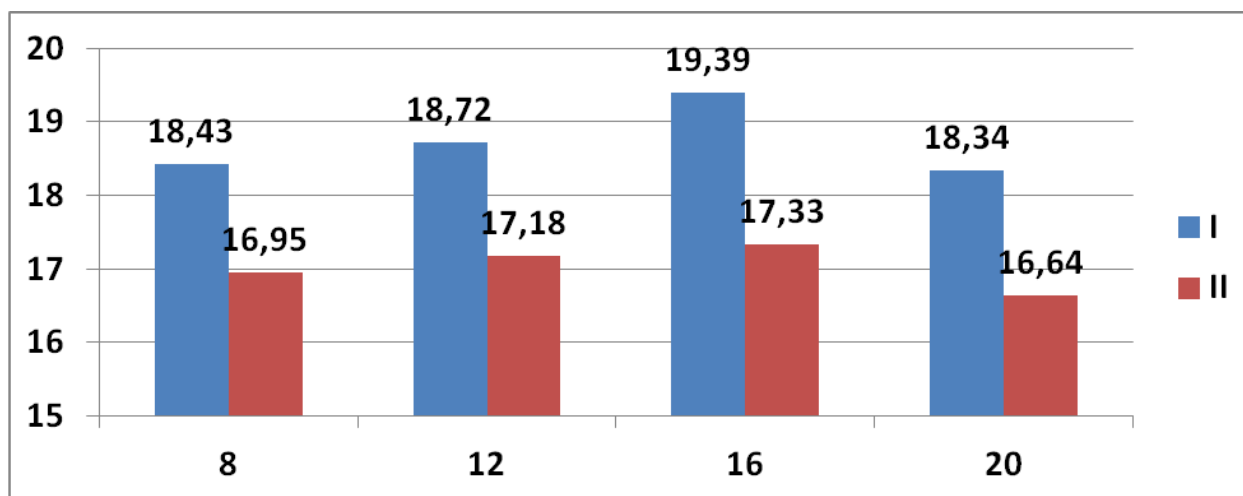


Рис. 1. Уровень среднего значения (мезора) ЧДД в течение дня в состоянии физического покоя (I) и после использования доминанты Ухтомского (II)

Таблица 2

Хронобиологические показатели ЧДД у женщин в возрасте от 36 до 55 лет в понедельник в состоянии физиологического покоя (I) и после сочетанного (II) позитивного внушения и музыки ($M \pm m$)

Время	Возраст, лет			
	36-40	41-45	46-50	51-55
В 8 часов	I. $18,36 \pm 0,51$	I. $18,84 \pm 0,53$	I. $19,49 \pm 0,52$	I. $19,58 \pm 0,53$
	II. $16,72 \pm 0,48$	II. $16,82 \pm 0,52$	II. $17,37 \pm 0,54$	II. $17,34 \pm 0,56$
	Урежение 1,64	Урежение 2,02	Урежение 2,12	Урежение 2,24
В 12 часов	I. $18,73 \pm 0,53$	I. $19,08 \pm 0,55$	I. $19,53 \pm 0,53$	I. $19,67 \pm 0,54$
	II. $16,94 \pm 0,51$	II. $17,14 \pm 0,52$	II. $17,33 \pm 0,55$	II. $17,36 \pm 0,56$
	Урежение 1,79	Урежение 1,94	Урежение 2,20	Урежение 2,31
В 16 часов	I. $19,24 \pm 0,55$	I. $19,52 \pm 0,56$	I. $19,57 \pm 0,54$	I. $19,74 \pm 0,57$
	II. $17,07 \pm 0,53$	II. $17,33 \pm 0,54$	II. $17,35 \pm 0,55$	II. $17,11 \pm 0,56$
	Урежение 2,17	Урежение 2,19	Урежение 2,22	Урежение 2,61
В 20 часов	I. $18,28 \pm 0,50$	I. $18,72 \pm 0,54$	I. $19,50 \pm 0,58$	I. $19,63 \pm 0,56$
	II. $16,63 \pm 0,47$	II. $16,76 \pm 0,53$	II. $17,34 \pm 0,56$	II. $16,77 \pm 0,52$
	Урежение 1,65	Урежение 1,96	Урежение 2,16	Урежение 2,86
Средние значения	I. $18,65 \pm 0,52$	I. $19,04 \pm 0,54$	I. $19,52 \pm 0,54$	I. $19,66 \pm 0,52$
	II. $16,84 \pm 0,49$	II. $17,01 \pm 0,65$	II. $17,34 \pm 0,55$	II. $17,14 \pm 0,55$

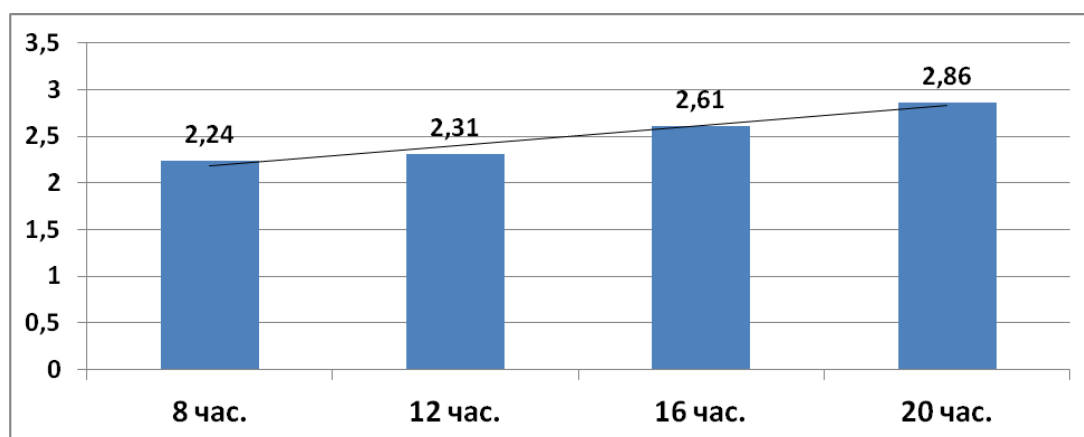


Рис. 2. Показатели урежения (месор) ЧДД у женщин 51-55 лет в понедельник после использования доминанты Ухтомского

Таблица 3

Хронобиологические показатели ЧДД у женщин в возрасте от 36 до 55 лет в среду в состоянии физиологического покоя (I) и после сочетанного (II) позитивного внушения и музыки (M±m)

Время	Возраст, лет			
	36-40	41-45	46-50	51-55
В 8 часов	I. 18,27±0,52	I. 18,79±0,53	I. 19,55±0,55	I. 19,67±0,53
	II. 16,68±0,49	II. 16,63±0,50	II. 17,32±0,52	II. 17,42±0,54
	Урежение 1,59	Урежение 2,02	Урежение 2,12	Урежение 2,25
В 12 часов	I. 18,81±0,54	I. 19,22±0,54	I. 19,64±0,53	I. 19,76±0,54
	II. 16,90±0,51	II. 17,12±0,53	II. 17,47±0,58	II. 17,29±0,58
	Урежение 1,91	Урежение 1,94	Урежение 2,20	Урежение 2,47
В 16 часов	I. 19,29±0,57	I. 19,59±0,58	I. 19,60±0,57	I. 19,81±0,57
	II. 16,93±0,54	II. 17,27±0,55	II. 17,41±0,54	II. 17,31±0,56
	Урежение 2,36	Урежение 2,19	Урежение 2,22	Урежение 2,50
В 20 часов	I. 18,36±0,56	I. 18,04±0,56	I. 19,58±0,58	I. 19,79±0,56
	II. 16,62±0,57	II. 16,80±0,52	II. 17,44±0,53	II. 17,23±0,52
	Урежение 1,74	Урежение 1,96	Урежение 2,16	Урежение 2,56
Средние значения	I. 18,68±0,54	I. 18,91±0,54	I. 19,59±0,54	I. 19,76±0,55
	II. 16,76±0,52	II. 16,95±0,55	II. 17,41±0,56	II. 17,31±0,55

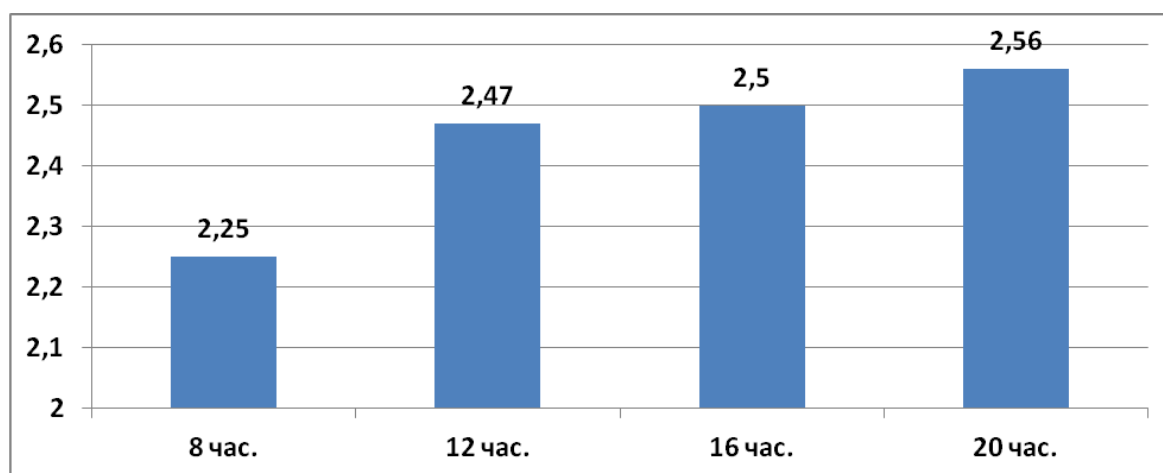


Рис. 3. Показатели урежения (месор) ЧДД у женщин 51-55 лет в среду после использования доминанты Ухтомского

Таблица 4

Хронобиологические показатели ЧДД у женщин в возрасте от 36 до 55 лет в пятницу в состоянии физиологического покоя (I) и после сочетанного (II) позитивного внушения и музыки ($M \pm m$)

Время	Возраст, лет			
	36-40	41-45	46-50	51-55
В 8 часов	I. 18,33±0,51 II. 16,64±0,52 Урежение 1,69	I. 18,87±0,54 II. 16,63±0,53 Урежение 2,24	I. 19,62±0,57 II. 17,30±0,55 Урежение 2,12	I. 19,67±0,58 II. 17,42±0,56 Урежение 2,25
В 12 часов	I. 18,79±0,55 II. 16,86±0,54 Урежение 1,93	I. 19,46±0,57 II. 17,32±0,53 Урежение 2,14	I. 19,68±0,58 II. 17,27±0,54 Урежение 2,20	I. 19,76±0,63 II. 17,34±0,58 Урежение 2,47
В 16 часов	I. 19,32±0,58 II. 17,12±0,53 Урежение 2,20	I. 19,63±0,61 II. 17,31±0,56 Урежение 2,32	I. 19,81±0,62 II. 17,41±0,58 Урежение 2,22	I. 19,81±0,59 II. 17,31±0,57 Урежение 2,50
В 20 часов	I. 19,14±0,56 II. 17,02±0,57 Урежение 2,12	I. 19,54±0,59 II. 17,40±0,55 Урежение 2,14	I. 19,65±0,60 II. 17,49±0,59 Урежение 2,16	I. 19,74±0,61 II. 17,13±0,58 Урежение 2,56
Средние значения	I. 18,89±0,55 II. 16,91±0,54	I. 19,37±0,57 II. 17,16±0,55	I. 19,69±0,59 II. 17,36±0,56	I. 19,74±0,55 II. 17,30±0,60

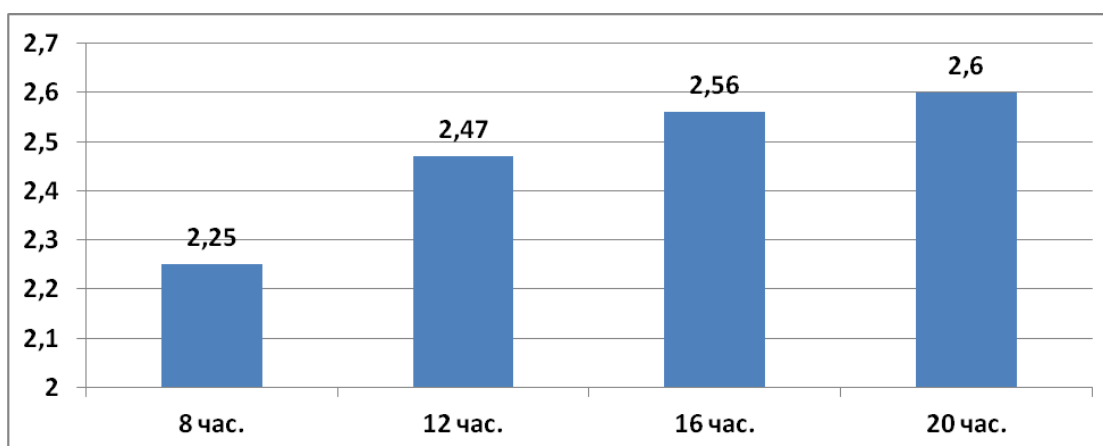


Рис. 4. Показатели урежения (месор) ЧДД у женщин 51-55 лет, в пятницу после использования доминанты Ухтомского

Заключение:

1. Наличие ряда совокупных факторов: девятый период онтогенеза, приближающийся к пожилому (пятилетний интервал 51-55 лет), наличие ИБС, наличие гиподинамии и гипокинезии в момент самоизоляции в постковидном периоде способствовали изменениям в механизмах регуляции функционирования респираторной системы путем снижения устойчивости женского организма к гипоксии, выражающееся в учащении ЧДД.

2. Впервые проведенное хронобиологическое изучение в течение дня и недели ЧДД у женщин в состоянии физического покоя и после использования доминанты А.А. Ухтомского свидетельствовали о её благоприятном влиянии на урежение ЧДД, а следовательно, и на функциональную экономизацию системы внешнего дыхания.

3. Оценка функции дыхательной системы в условиях ограниченных возможностей обследования, особенно в условиях оказания медицинской помощи в

отдаленных районах, сельской местности, указанный выше способ при его простоте и доступности дают объективное представление о функциональных возможностях организма. Использование доминанты А.А. Ухтомского способствует достоверному повышению респираторного потенциала дыхательной системы, даже на фоне ИБС.

4. Дыхательная система женщин второго периода среднего возраста работает в режиме максимальных функциональных возможностей в 12 и особенно в 16 часов дня, что следует учитывать при проведении лечебного процесса и разработки индивидуального маршрута реабилитационно-восстановительных мероприятий.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке темы, дизайна исследования и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была согласована и одобрена всеми авторами.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.

Research transparency. The study had no sponsorship. The authors are fully responsible for submitting the final version of the manuscript.

Declaration of financial and other relationships. All authors participated in the development of the topic, the study's design and creation of the manuscript. The final version of the manuscript was agreed upon and approved by all the authors.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубовская, О. А. УЗИ легких при COVID-19: от теории к практике / О. А. Голубовская, Л. А. Кондратюк, К. Е. Пронюк // Клиническая инфектология и паразитология. – 2020. – Т. 9. – № 2. – С. 185-191.
2. Дифференциальная диагностика изменений в легких при новой коронавирусной инфекции COVID-19 и заболеваниях невирусной этиологии на примере клинических случаев по данным компьютерной томографии в условиях амбулаторных КТ-центров / Лобанов М.Н., Броннов О.Ю., Абович Ю.А. [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2020. – Т. 75. – № 5. – С. 395-405.
3. Патология легких при COVID-19 в Москве / Самсонова М. В., Михалева Л. М., Зайратьянц О. В. [и др.] // Архив патологии. – 2020. – Т. 82. – № 4. – С. 32-40.
4. Устойчивость к гипоксемии женщин второго зрелого возраста в период пандемии COVID-19 с ишемической болезнью сердца / Боярская Л. А., Прокопьев Н.Я., Ананьев В. Н. [и др.] // Естественные и технические науки. – 2022. – № 5 (168). – С. 103-112. DOI: 10.25633/ETN.2022.05.07

5. Патогенез легочных осложнений COVID-19 / Щербак С. Г., Камилова Т. А., Голота А. С. [и др.] // Медицинский альянс. – 2021. – Т. 9. – № 4. – С. 6-25.
6. Патоморфологические изменения в сосудах легких в разные сроки летальных исходов больных при COVID-19 / Тодоров С. С., Дерibas В. Ю., Казьмин А. С. [и др.] // Медицинский вестник Юга России. – 2021. – Т. 12. – № 2. – С. 54-61.
7. Саливончик, Е. И. Современные аспекты лечения острых респираторных инфекций верхних дыхательных путей в период COVID-19 / Е. И. Саливончик, Д. П. Саливончик // Оториноларингология. Восточная Европа. – 2021. – Т. 11. – № 1. – С. 93-106.
8. COVID-19: анализ медицинских свидетельств о смерти // И. В. Самородская, Т. К. Чернявская, Е. П. Какорина // Клиническая медицина. – 2021. – Т. 99. – № 11-12. – С. 642-648.
9. Фурман, Е. Г. Поражение нижних дыхательных путей и легких при коронавирусной инфекции COVID-19 у детей и взрослых: сходства и отличия (обзор литературы) / Е. Г. Фурман, М. Н. Репецкая, И. П. Корюкина // Пермский медицинский журнал. – 2020. – Т. 37. – № 2. – С. 5-14.

10. Вещикова, М. И. Изменение восприятия опасности на разных этапах введения карантина в связи с эпидемией COVID-19 на женской выборке / М. И. Вещикова, Н. В. Зверева // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2021. – № 3. – С. 23-38.
11. Парфенова, С. Р. Опасность COVID-19 / С. Р. Парфенова // StudNet. – 2020. – Т. 3. – № 12. – С. 1027-1033.
12. Пожарицкий, А. М. Особенности течения и клинико-лабораторная оценка COVID-19 инфекции у пациентов с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией / А. М. Пожарицкий, А. П. Головацкий // Военная медицина. – 2021. – № 4 (61). – С. 34-38.
13. Черкашин, А. К. Национальные особенности изменения опасности развития пандемии коронавируса COVID-19: математическое моделирование и статистический анализ / А. К. Черкашин // Народонаселение. – 2020. – Т. 23. – № 3. – С. 83-95.
14. Влияние COVID-19 на людей с сопутствующими сердечными заболеваниями / А. М. Магомедов, П. М. Даниялова, С. Н. Алиева, А. А. Алимханова // International Journal of Medicine and Psychology. – 2021. – Т. 4. – № 3. – С. 133-139.
15. Драпкина, О. М. Вопросы при кодировании причин смерти в период эпидемии COVID-19 / О. М. Драпкина, И. В. Самородская, Е. П. Какорина // Профилактическая медицина. – 2020. – Т. 23. – № 7. – С. 23-32.
16. Причины смерти москвичей до и в период пандемии COVID-19 / Т. П. Сабгайда, А. Е. Иванова, С. Г. Руднев, В. Г. Семёнова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2020. – Т. 66. – № 4. – С. 1.
17. Интерференция SARS-CoV-2 с другими возбудителями респираторных вирусных инфекций в период пандемии / Соминина А. А., Даниленко Д. М., Столяров К. А. [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2021. – Т. 20. – № 4. – С. 28-39.

REFERENCES

1. Golubovskaya O.A., Kondratyuk L.A., Pronyuk K.E. Lungs Ultrasound in Case of COVID-19: From Theory to Practice. *Clinical Infectology and Parasitology*, 2020, vol. 9, no. 2, pp. 185-191. (in Russ.)
2. Lobanov M.N., Bronov O.Yu., Abovich Yu.A., Ledikhova N.V., Turavilova E.V., Morozov S.P., Kamynina N.N. Differential diagnosis of lung lesions in the new coronavirus infection COVID-19 and diseases of non-viral etiology on the clinical cases by computed tomography scans in outpatient CT centers. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2020, vol. 75, no. S5, pp. 395-405. (in Russ.)
3. Samsonova M.V., Mikhaleva L.M., Zairatyants O.V., Varyasin V.V., Bykanova A.V., Mishnev O.D., Berezovskij Yu.S., Tishkevitch O.A., Gomzikova E.A., Chernyaev A.L., Khovanskaya T.N. Lung Pathology of COVID-19 in Moscow. *Arkhiv Patologii (Archive of Pathology)*, 2020, vol. 82, no. 4, pp. 32-40. (in Russ.)
4. Boyarskaya L.A., Prokop'ev N.Ya., Anan'ev V.N., Volkova S.Yu., Ananyeva O.V. Resistance to hypoxemia in women of the second mature age during the COVID-19 pandemic with coronary heart disease. *Natural and technical sciences*, 2022, no. 5 (168), pp. 103-112. DOI: 10.25633/ETN.2022.05.07 (in Russ.)
5. Shcherbak S.G., Kamilova T.A., Golota A.S., Schneider O.V., Vologzhanin D.A. Pathogenesis of pulmonary complications COVID-19. *Medical Alliance*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 6-25. (in Russ.)
6. Todorov S.S., Deribas V.Yu., Kazmin A.S., Reznikova G.L., Makarenko Yu.M., Polesovoy F.V., Todorov S.S. Pathomorphological changes in pulmonary vessels at different terms of lethal outcomes of patients with COVID-19. *Medical Herald of the South of Russia*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 54-61. (in Russ.)
7. Salivonchik E.I., Salivonchik D.P. Modern aspects of treatment of acute respiratory infections of the upper respiratory tract during the period of COVID-19. *Otorhinolaryngology. Eastern Europe*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 93-106. (in Russ.)
8. Samorodskaya I.V., Chernyavskaya T.K., Kako-rina E.P. COVID-19: analysis of medical death certificate. *Clinical medicine*, 2021, vol. 99, no. 11-12, pp. 642-648. (in Russ.)
9. Furman. E.G., Repetskaya M. N., Koryukina I. P. Lower airways and lungs affection in coronavirus infection COVID-19 among children and adults: similarities and differences (review literature). *Perm Medical Journal*, 2020, vol. 37, no. 2, pp. 5-14. (in Russ.)
10. Vestikova M.I., Zvereva N.V. Changes in danger perception at different levels of lockdown during COVID-19 pandemic in women. *Moscow University Psychology Bulletin*, 2021, no. 3, pp. 23-38. (in Russ.)
11. Parfenova, S.R. The danger of COVID-19. *Stud-Net*, 2020, vol. 3, no. 12, pp. 1027-1033. (in Russ.)
12. Pozharitskij A.M., Golovatskij A.P. Features of the course, clinical and laboratory assessment of COVID-19 infection in patients with concomitant

cardiovascular pathology. *Military Medicine*, 2021, no. 4 (61), pp. 34-38. (in Russ.)

13. Cherkashin A.K. National characteristics of changes in the hazard of development of the COVID-19 coronavirus pandemic: mathematical modeling and statistical analysis. *Narodonaselenie (Population)*, 2020, vol. 23, no. 3, pp. 83-95. (in Russ.)

14. Magomedov A.M., Danilova P.M., Alieva S.N., Alimkhanova A.A. Impact of COVID-19 on people with combined heart diseases. *International Journal of Medicine and Psychology*, 2021, vol. 4, no. 3, pp. 133-139. (in Russ.)

15. Drapkina. O.M., Samorodskaya I.V., Kakorina E.P. Issues related to death reasons coding during

the COVID-19 epidemic. *Profilakticheskaya Meditsina (Preventive medicine)*, 2020, vol. 23, no. 7, pp. 23-32. (in Russ.)

16. Sabgajda T., Ivanova A., Rudnev S., Semenova V. Causes of death among muscovites before and during the COVID-19 pandemic. *Social aspects of public health*, 2020, vol. 66, no. 4, p. 1. (in Russ.)

17. Sominina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., Karpova L.S., Bakaev M.I., Levanyuk T.P., Burtseva E.I., Lioznov D.A. Interference of SARS-CoV-2 with other Respiratory Viral Infections agents during Pandemic. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*, 2021, vol. 20, no. 4, pp. 28-39. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лариса Александровна Боярская – кандидат медицинских наук, доцент Тюменского государственного медицинского университета, Тюмень, e-mail: b.larisa-3812@yandex.ru.

Николай Яковлевич Прокопьев – доктор медицинских наук, профессор, Тюменский государственный университет, Тюмень.

Владимир Николаевич Ананьев – доктор медицинских наук, профессор, зав. лабораторией, ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, Москва.

Елизавета Алексеевна Боярская – студентка лечебного факультета, Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Larisa Aleksandrovna Boyarskaya – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: b.larisa-3812@yandex.ru.

Nikolaj Yakovlevich Prokop'ev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Tyumen State University, Tyumen.

Vladimir Nikolaevich Anan'ev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory, Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow.

Elizaveta Alekseevna Boyarskaya – Student of the Faculty of Medicine Tyumen State Medical University, Tyumen.

Для цитирования: Хронобиологические показатели частоты дыхательных движений при формировании доминанты А.А. Ухтомского у женщин, страдающих ишемической болезнью сердца в постковидном периоде / Л.А. Боярская, Н.Я. Прокопьев, В.Н. Ананьев, Е.А. Боярская // Современные вопросы биомедицины – 2022. – Т.6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_4

For citation: Boyarskaya L.A., Prokop'ev N.Ya., Anan'ev V.N., Boyarskaya E.A. Chronobiological indicators of the respiratory rate during the formation of the A.A. Ukhtomskij dominant in women suffering from coronary heart disease in the post-COVID period. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_4

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_5
УДК: 611.2; 796

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_5
UDC: 611.2; 796

ИЗМЕРЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА: К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПРОТОКОЛА

В.В. Волков, Р.В. Тамбовцева

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, г. Москва, Россия

Аннотация. Тестирование аэробной работоспособности с определением максимального потребления кислорода входит в программу медицинского обследования спортсменов. Традиционный нагрузочный тест требует от испытуемого внушительных временных и энергетических затрат. Особенно остро эта проблема встает в командных обследованиях. Спортсмены, тренеры и специалисты по функциональной диагностике заинтересованы в снижении продолжительности и стрессогенности нагрузочного тестирования с обязательным сохранением информативности. Данный обзор литературы демонстрирует возможность и направление дальнейших исследований для решения этой задачи.

Ключевые слова: максимальное потребление кислорода, функциональная диагностика, нагрузочное тестирование.

MEASUREMENT OF MAXIMUM OXYGEN CONSUMPTION: ON THE QUESTION OF CHOOSING A PROTOCOL

V.V. Volkov, R.V. Tambovtseva

Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

Annotation. Aerobic performance testing with identification of maximum oxygen consumption is included in the program of medical examination of athletes. A traditional load test requires an impressive amount of time and energy from the subject. This problem is especially relevant in team examination. Athletes, coaches and specialists in functional diagnostics are interested in reducing the duration and stress of load testing with the obligatory preservation of informational value. This literature review demonstrates the possibility and direction of further research to solve this problem.

Keywords: maximum oxygen consumption, functional diagnostics, load testing.

Введение. Регулярный контроль функционального состояния является неотъемлемой частью педагогического процесса в спорте и оздоровительной физической культуре. Данные, полученные в ходе такого тестирования, используются для оценки занимающегося, соответствует ли он нормам, принятым в фитнесе или в избранном виде спорта, для выявления факторов, лимитирующих спортивный результат. Также эти данные часто используются для планирования тренировочных нагрузок, например при расчете так называемых «пульсовых зон».

Тестирование физической работоспособности, а особенно ее аэробный компонент, очень часто входит в батарею

фитнес и спортивных тестов. Для определения аэробной производительности наиболее распространен нагрузочный тест с использованием ступенчато или плавно возрастающей нагрузки. В ходе такого тестирования определяют параметры, по которым оценивают аэробные возможности человека: максимальное потребление кислорода (МПК), максимальную аэробную мощность (P_{max}), мощность и потребление кислорода на аэробном (АЭП) и анаэробном (АнП) порогах [1]. Тесты с постепенно возрастающей физической нагрузкой, используемые для определения максимального потребления кислорода, часто значительно различаются по методологическим характеристикам, таким как

продолжительность нагрузочного этапа и степень увеличения нагрузки. Различия могут быть связаны с личными предпочтениями специалиста/испытуемого или установленным регламентом в диагностической лаборатории. Также может стоять задача определить дополнительные показатели, такие как лактатный и вентиляционный пороги, эффективность и энергетическую составляющую выполняемой работы и другие параметры, которые используются в оценке физической подготовленности и мониторинга интенсивности упражнений.

Для определения МПК обычно рекомендуется выполнять работу на велоэргометре или на беговой дорожке. Необходимо предварительно выполнить разминку, а затем каждые 1-4 минуты увеличивать интенсивность нагрузки до тех пор, пока испытуемый может выполнять упражнение [2]. Если МПК является единственной интересующей переменной, то стараются выбрать такой протокол, чтобы соответствовать «правильной» продолжительности теста [3]. То есть, слишком короткая или слишком длительная продолжительность теста может привести к тому, что испытуемые достигнут своего отказа от продолжения работы до того, как будет определено МПК. Таким образом, диапазон продолжительности нагрузочного теста, который позволяет выявить достоверные значения МПК, представляет интерес для исследователей и клиницистов, работающих в области функциональной диагностики.

В широко цитируемых рекомендациях отмечено, что для получения достоверных значений МПК тесты с постоянно возрастающей нагрузкой должны длиться в диапазоне от 8 до 12 минут. Эти рекомендации включены в руководства по тестированию, опубликованные Американским колледжем спортивной медицины [4], Американским торакальным обществом/Американским колледжем торакальных врачей [5]. При такой рекомендованной продолжительности тестирования спортсмены и тренеры командных видов спорта

могут сталкиваться с дополнительными трудностями при прохождении регулярных лабораторных испытаний. При средней продолжительности нагрузочного теста для определения только аэробных возможностей 8-12 минут (не считая подготовку и калибровку оборудования) и хоккейной команды в среднем в 25 человек тестирование может занять несколько дней. Также очень велика физиологическая нагрузка на организм спортсмена при выполнении таких длительных максимальных тестов, что может негативно сказаться на тренировочном процессе. Поэтому перед специалистами по функциональной диагностике встает вопрос – можно ли уменьшить продолжительность и стрессогенность нагрузочного тестирования при сохранении его информативности.

Методы и организация исследования. В качестве метода исследования был использован контент-анализ отечественных и зарубежных литературных источников.

Результаты исследования и их обсуждение. *Информативная продолжительность тестирования.* Критерий 8-12 минут возник из результатов одного экспериментального исследования, проведенного Buchfuhrer и соавт. в 1983 году. В этом исследовании приняли участие пять здоровых мужчин, каждый из которых выполнил пять тестов с постепенно возрастающей нагрузкой на беговой дорожке и три теста на велоэргометре. Средняя продолжительность пяти тестов на беговой дорожке составила: 7,0±0,5 минут, 10,6±1,0 минут, 11,4±1,0 минут, 15,1±0,9 минут и 26,4±1,6 минут, для трех тестов на велоэргометре: 5,8±0,5 минут, 10,6±1,0 минут и 18,0±1,6 минут соответственно. Авторы получили следующие результаты: МПК для беговой дорожки составило: 3,68±0,41, 3,89±0,44, 3,94±0,43, 3,88±0,44 и 3,77±0,39 л/мин для вышеописанной продолжительности протоколов соответственно. МПК для велоэргометра составило: 3,35±0,38, 3,77±0,43 и 3,62±0,40 л/мин также для вышеописанной продолжительности протоколов соответственно. МПК было самым высоким для теста

средней продолжительности от 8 до 17 минут на обоих эргометрах. Тесты продолжительностью менее 8 минут привели к среднему снижению МПК на 10%. Тесты более 17 мин также показали снижение МПК [6].

Основываясь на этих результатах, авторы пришли к выводу, что для «получения максимального МПК во время упражнений с постоянно возрастающей нагрузкой необходимо выбирать увеличение мощности работы таким образом, чтобы довести испытуемого до его истощения примерно за 10 ± 2 мин». Хотя данное исследование является важным вкладом в научные знания, его не следует рассматривать как достаточное доказательство в поддержку рекомендаций о том, что для достоверного определения максимального потребления кислорода тест должен длиться от 8 до 12 минут.

Во-первых, из пяти тестов на беговой дорожке статистически значимыми для МПК были только различия между тестами со средним временем работы до утомления 7,0 и 11,4 минут. Во-вторых, испытуемыми были мужчины средней физической подготовки, поэтому неизвестно, можно ли достоверно экстраполировать результаты на малоподвижных или хорошо тренированных людей, женщин, детей, пожилых людей или людей с хроническими заболеваниями, у которых, вероятно, будут различия в толерантности к физической нагрузке. В-третьих, обобщение результатов такой небольшой выборки (по 5 испытуемых на велоэргометре и беговой дорожке) также может быть связано со значительной ошибкой [3].

Проверка «информативной» продолжительности в других работах. Некоторые исследования действительно подтверждают выводы Buchfuhrer и соавт. Например, в работе McLellan и соавт. 10 мужчин выполняли ступенчатые тесты на велоэргометре с длительностью ступени 1, 3 и 5 минут и величиной прироста 30 Вт. МПК было значительно выше для протокола с длительностью ступени 1 минута (3,88 л/мин) по

сравнению с протоколом 3 минуты (3,68 л/мин) или 5 минут (3,63 л/мин). Для этого исследования средняя общая продолжительность 1-минутного теста с шагом нагрузки 30 Вт составила 10,2 минуты [7].

Позднее Lukaski и соавт. протестировали 16 здоровых мужчин с использованием трех разных протоколов на тредмиле: Balke, Ellestad и Bruce. В результате протокол Balke привел к большему времени работы до истощения – $27,6 \pm 0,7$ минут, но к самому низкому МПК – $45,6 \pm 1,4$ мл/кг/мин. В свою очередь протокол Bruce показал МПК $47,9 \pm 1,5$ мл/кг/мин и время работы $18 \pm 0,4$ минуты, протокол Ellestad – МПК $47,4 \pm 6,3$ мл/кг/мин и время работы $16,4 \pm 0,2$ минуты. Снова видим, что более длинный протокол дает меньшее значение МПК. К сожалению, протоколы более короткой продолжительности в данной работе не изучались. Анализ влияния времени усложняется разными паттернами прибавки нагрузки. Например, протокол Balke подразумевает начало без угла наклона полотна, а протокол Bruce – начальную нагрузку с углом наклона уже 10%. Разница в технике выполнения движения, возможно, могла повлиять на потребление кислорода [8].

Исследования, не подтверждающие данную рекомендацию. Не все исследователи согласны с выводами Buchfuhrer и соавт. Например, Froelicher и соавт. в 1974 году провели сравнение максимального потребления кислорода и других физиологических параметров у волонтеров-неспортсменов при использовании трех стандартных протоколов нагрузочного тестирования на тредмиле: Bruce, Balke и Taylor. Данные протоколы сопоставимы по длительности и по нагрузочному шагу, но протокол Taylor включал перерывы между нагрузками по 5 минут. В результате по МПК наблюдалась разница между протоколами Bruce, Balke и Taylor – 44,3, 42,8 и 47,4 мл/кг/мин соответственно. По протоколу Taylor МПК было на 6,5% больше, чем по протоколу Bruce, и на 9,7% больше, чем по протоколу Balke. К сожалению, авторы не приводят данные по потреблению

кислорода в период отдыха между нагрузками в протоколе Taylor, хотя очень интересно было бы узнать, с какого уровня потребления кислорода они начинали самую тяжелую ступень. Возможно, не было необходимости в прохождении предыдущих ступеней, так как за 5 минут отдыха потребление кислорода существенно снижается, а за последнюю нагрузочную ступень было достигнуто МПК [9].

Позже в работе Hughson и соавторов сравнивали два нагрузочных протокола уже на велоэргометре. В эксперименте приняли участие 6 испытуемых – 4 мужчины и 2 женщины. Нагрузка увеличивалась на 65,4 Вт/мин и 49,0 Вт/мин для «быстрого» теста или 8,2 Вт/мин и 6,1 Вт/мин для «медленного» теста для мужчин и женщин соответственно. МПК существенно не отличался между быстрым (3218 ± 624 мл/мин) и медленным (3237 ± 602 мл/мин) тестами. Максимальная мощность, которая была достигнута в тестах, составила 347 ± 56 и 254 ± 49 для «быстрого» и «медленного» тестов соответственно. Так как данных по продолжительности тестов не приводится, то из достигнутой максимальной мощности и шага нагрузки можно предположить, что длительность «быстрого» теста составила около 5 минут, а «медленного» – около 31 минуты, если начинать работу с нулевой нагрузки, то есть наблюдается достижение МПК всего за 5 минут работы [10].

Годом позже в работе Fairshier и соавторов проводилось сравнение 15-секундного и 1-минутного протоколов тестирования с прибавкой нагрузки в обоих протоколах по 16,3 Вт. Двадцать здоровых мужчин и женщин были протестированы на велоэргометре и на беговой дорожке. При сравнении 15-секундных и 1-минутных тестов с использованием одного и того же устройства не было выявлено существенных различий по МПК. МПК на велотренажере в протоколе «15 секунд» и «1 минута» составило 3,42 и 3,55 л/мин соответственно, а МПК на беговой дорожке в протоколе «15 секунд» и «1 минута» – 3,47 и 3,43 л/мин. Эти результаты показывают, что данные 15-

секундного теста с возрастающей нагрузкой были сопоставимы у нормальных мужчин и женщин с данными чаще используемого, 1-минутного протокола тестирования. Авторы утверждают, что 15-секундный протокол никогда не превышал 5 минут тестирования, а 1-минутный протокол выполнялся примерно за 15 минут. МПК был немного (но не значительно) выше во время 1-минутного протокола для велоэргометра и во время 15-секундного протокола для беговой дорожки. Таким образом, эти результаты показывают, что:

1) длительное тестирование (>17 мин) не снижало МПК в 1-минутном тесте по сравнению с 15-секундным тестом;

2) МПК было сопоставимо в тестах, требующих менее 5 минут, с тестами, которые требуют от 7 до 17 минут работы [11].

Позже в работе Yoshida и соавт. 8 юношей-студентов выполняли два теста: один с прибавкой 25 Вт каждую минуту, а второй – с прибавкой по 25 Вт каждые 4 минуты. Результаты авторов: не было разницы в МПК при 1-минутном и 4-минутном тестах. МПК для протокола «1 минута» составило $2,64 \pm 0,10$ л/мин, а для протокола «4 минуты» – $2,58 \pm 0,10$ л/мин. Максимальная достигнутая мощность составила $247,0 \pm 12,0$ и $200,0 \pm 9,5$ Вт соответственно. Начинали они с нулевой нагрузки, значит время быстрого теста в среднем составило 10 минут, а время медленного – в 4 раза дольше. Видим, что при такой существенной разнице в продолжительности теста МПК практически не отличается [12].

Shimizu с коллегами протестировали уже пожилых (59 ± 6 лет) с кардиопатологиями и пожилых здоровых мужчин (60 ± 11 лет) на беговой дорожке и велоэргометре. Для беговой дорожки были предложены протоколы: стандартный Bruce, модифицированный Valke и индивидуальный тест с непрерывно возрастающей нагрузкой, разработанный таким образом, чтобы продолжительность теста составляла примерно 10 минут. Протоколы для велоэргометра: прибавка 25 Вт каждые 2 минуты, прибавка 50 Вт каждые 2 минуты и

индивидуальный тест с непрерывно возрастающей нагрузкой продолжительностью примерно 10 минут. На беговой дорожке МПК было выше для протокола Bruce, чем для протоколов Balke и непрерывного протокола (1851, 1801 и 1753 мл/мин для протоколов Bruce, Balke и непрерывного). Протоколы Balke и непрерывный не отличались друг от друга. Для велоэргометра не было различий в МПК для 25 Вт (1566+161 мл/мин), 50 Вт (1591+152 мл/мин) и непрерывного теста (1593+165 мл/мин). По длительности данные не приводятся, если использовать КПД работы велоэргометра [13], то 1,5 литра потребления кислорода это около 100 Вт. То есть, длительность теста в случае шага в 25 Вт каждые 2 минуты была примерно 8 минут, а в случае шага в 50 Вт также каждые 2 минуты – всего 4 минуты. 4, 8 и 10 минут для велоэргометра по МПК не отличаются, а 8 минут – это уже нижняя граница «правильных» рекомендаций [14].

В работе Prieux и соавт. 9 молодых нетренированных мужчин выполняли тест с возрастающей нагрузкой по двум протоколам разной длительности: прирост мощности 50 Вт в течение 1 минуты 30 секунд и такой же прирост, но каждые 4 минуты. Не было различий в МПК между протоколами – для протокола с увеличением нагрузки каждые 1,5 мин МПК составило 3,1 л/мин, для протокола с увеличением нагрузки каждые 4 минуты – также 3,1 л/мин [15].

В исследовании Bishop и соавт. 8 активных молодых женщин выполнили «короткий» и «длинный» тесты на велоэргометре. Мощность увеличивалась каждую минуту на 25 Вт для короткого теста и каждые три минуты тоже на 25 Вт (8,3 Вт/мин) для длинного теста. Результаты: не было обнаружено значительных различий между двумя протоколами для МПК: 2,61 л/мин для короткого и 2,71 л/мин для длинного тестов. Продолжительность двух тестов составила 10,4 и 25,9 минут [16].

В исследовании Roffey 10 физически тренированных мужчин выполнили «короткий тест» (1-минутные этапы), «длинный

тест» (3-минутные этапы) и постоянная нагрузка + короткий тест (4-минутная постоянная нагрузка с последующими 1-минутными этапами), протокол начинался с 50 Вт с шагом 30 Вт. Разницы в МПК обнаружено не было. Результаты: МПК составило для «короткого теста» 50,90+5,47, для «длинного теста» – 50,55+4,53 мл/кг/мин, для комбинированного теста – 50,31+4,59 мл/кг/мин, при продолжительности тестов 10,3±1,56, 24,93±4.1 и 13,40±1,63 минут для протоколов соответственно. МПК не уменьшается с продолжительностью работы, но меньше, чем 10 минут авторы здесь не изучали [17].

В исследовании Adami и соавт. сравнивается самое большое количество протоколов по сравнению с предыдущей литературой. 16 человек выполнили шесть тестов с увеличением нагрузки 25 Вт, но разной длительностью нагрузочной ступени: 15, 30, 60, 90, 120 и 180 секунд. Не было найдено существенных различий в МПК для всех тестов. МПК для протоколов 15, 30, 60, 90, 120, 180 и протокола Астранда составило: 3,475.8 ±507.8, 3,554.2±448.6, 3,538.5±438.8, 3,559.7±408.1, 3,558.4±454.4, 3,503.9±484.9 и 3,547.1±472.8 соответственно. Возьмем самые короткие тесты (15 и 30 секунд) по достигнутой мощности 428 и 366 Вт и, используя шаг нагрузки, предположим продолжительность. Получается 256 и 439 секунд, то есть примерно 4 и 7 минут, в результате чего мы демонстрируем МПК [18].

Исследования на спортсменах. Отдельно стоит упомянуть данные, полученные на спортсменах. Именно эта категория людей чаще всего сталкивается с тестированием аэробных возможностей. Например, в исследовании на молодых спортсменах-бегунах на длинные дистанции Rivera-Brown и соавт. изучали влияние на МПК трех различных протоколов. Все испытуемые прошли тестирование по следующим протоколам: модифицированный протокол Taylor (Т), протокол Bruce (В) и протокол Taylor с перерывами между нагрузками (ТI). Было показано, что МПК во

время беговых упражнений до волевого утомления не зависит от протокола тестирования. МПК при истощении был одинаковым во всех протоколах: «Т»= $70,8 \pm 4,1$, «В»= $71,4 \pm 3,5$, «П»= $69,6 \pm 5,0$ мл/кг/мин соответственно. Если посмотреть на среднюю продолжительность каждого испытания («Т»= $620,8 \pm 62,9$, «В»= $904,6 \pm 138,5$, «П»= $1866,9 \pm 215,7$ секунд), то можно увидеть, что МПК во время беговых упражнений до утомления не зависит от протокола тестирования при разной продолжительности. В данной работе снова не было тестов продолжительностью менее 10 минут [19].

Целью исследования Pierce и соавт. было определение влияния тестов различной продолжительности на МПК хорошо подготовленных спортсменов-гребцов (8 мужчин и 3 женщины). Три теста были прерывистыми, то есть включали паузу отдыха длительностью 1 минута и 3-х, 4-х и 5-минутные нагрузочные этапы. Один тест был непрерывным – 1-минутные этапы нагрузки. Результаты показали, что средние значения МПК были практически идентичны для протоколов с длиной шага в 1, 3 и 4 минуты – $4,56 \pm 0,22$ л/мин, $4,60 \pm 0,23$ л/мин и $4,60 \pm 0,21$ л/мин соответственно. Только 5-минутный шаг дал значительно более низкое значение МПК – $4,47 \pm 0,21$ л/мин. Результаты этого исследования показывают, что МПК у хорошо подготовленных спортсменов не обязательно зависит от продолжительности тестов выше, чем та, которая обычно рекомендуются в литературе. В тесте, включающем семь 4-минутных этапов, опытные гребцы достигли МПК, практически идентичного тому значению, которое было зарегистрировано при 1-минутном непрерывном протоколе продолжительностью примерно 12 минут. Но дальнейшее увеличение длительности прерывистого протокола с включением 5-минутных этапов действительно предотвратило достижение истинного МПК [20]. Bentley и соавт. сравнили два протокола с продолжительностью нагрузочного этапа 1 или 3 минуты с

прибавкой в 30 Вт. 9 подготовленных мужчин-триатлонистов приняли участие в эксперименте. Начинали короткий тест со 150 Вт, а длинный тест – с нагрузки в 50% от пиковой мощности, полученной в коротком тесте. Далее в длинном тесте каждые 3 минуты прибавляли по 5% от пиковой мощности короткого. Результаты: МПК, максимальная частота сердечных сокращения (ЧСС) и достигнутая мощность в коротком тесте: 4,85 л/мин, 177 уд/мин и 424 Вт, и то же в длинном тесте – 4,74 л/мин, 174 уд/мин и 355 Вт соответственно. МПК было сопоставимо у двух протоколов, правда продолжительность тестирования была от 9 минут и более [21]. В работе Kuipers и соавт. 8 хорошо подготовленных бегунов прошли 3 беговых теста с длительностью нагрузочного этапа 1, 3 и 6 минут. Первый протокол – прибавка 1 км/ч каждую одну минуту; второй протокол – прибавка 2 км/ч каждые 3 минуты, но как только ЧСС достигала 85% от максимума, прибавка уменьшалась до 1 км/ч; третий протокол – такой же, как второй, но длина нагрузочной ступени – 6 минут. Среднее значение МПК не различалось между протоколами с разной продолжительностью ступени нагрузки – 4,48 л/мин, 4,46 л/мин и 4,41 л/мин соответственно. В первом протоколе стартовали с 10 км/ч и добежали до максимальной скорости 18,3 км/ч, то есть протокол снова длился минимум 8-9 минут, не считая разминки [22]. В исследовании Amann и соавт. пятнадцать мужчин-велосипедистов выполнили два теста: 100 Вт + 50 Вт каждые 3 минуты и 20 Вт + 25 Вт каждую минуту. МПК для «длинного» и «короткого» тестов составило $66,6 \pm 5,6$ и $67,6 \pm 5,3$ мл/кг/мин, время работы до истощения – $19:12 \pm 1:42$ и $16:24 \pm 1:30$. В настоящем исследовании МПК существенно не отличался между тестами, хотя оба теста были достаточно продолжительными [23].

В работе González-Naro и соавт. двадцать хорошо тренированных шоссе-ных велосипедистов выполнили два теста: «короткий» протокол состоял из разминки с мощностью 100 Вт в течение 10 минут,

начиная с 200 Вт, увеличивая на 30 Вт каждые 3 минуты до изнеможения. «Длительный» протокол состоял из разминки 2,0 Вт кг в течение 10 минут с увеличением на 0,5 Вт кг каждые 10 минут до истощения. В МПК наблюдались различия: для «короткого» теста – $4,40 \pm 0,47$ л/мин, а для «длительного» теста – $4,07 \pm 0,54$. МПК было значительно выше в протоколе с коротким шагом по сравнению с протоколом с длинным. Достигнутая мощность – 327 ± 37 и 302 ± 37 , если начинали с 200 Вт, то на прибавку остается 127 Вт. Примерно 12 минут в коротком тесте. Можно предположить, сколько работали испытуемые в длинном тесте. Допустим, велосипедист весит 75 кг, значит начало работы 2 Вт/кг – это 150 Вт. Далее прибавка 0,5 Вт каждые 10 минут. Достигли 302 Вт – это примерно 4 Вт/кг. То есть, нагрузка прибавлялась 4 раза – тест длился более 40 минут [24]. Bourdon и соавт. исследовали двадцать одного гребца высокой квалификации (12 женщин, 9 мужчин). Пять тестов, состоящих из шести субмаксимальных шагов продолжительностью 3, 4, 5, 7 или 10 минут, с каждым шагом, разделенным периодом отдыха в 1 минуту. Сопротивление для каждой из субмаксимальных нагрузок было основано на лучшем времени каждого спортсмена в имитации гонки на 2000 м, выполненной на гребном эргометре в течение 2 месяцев, предшествующих началу исследования. МПК было выше в более коротких (≤ 5 мин) по сравнению с более длинными тестами (≥ 7 мин). МПК для тестов с длительностью нагрузочной ступени 3, 4, 5, 7 и 10 минут составило $4,14 \pm 0,8$; $4,16 \pm 0,77$; $4,09 \pm 0,81$; $3,98 \pm 0,76$ и $3,98 \pm 0,84$ л/мин соответственно [25].

В работе Riboli приняли участие шестнадцать полупрофессиональных футболистов выполнили 3 теста. Протокол 1: участники разминались со скоростью 10 км/ч в течение 5 минут, затем скорость бега

увеличивали на 1 км/ч каждую в минуту. Протокол 2: то же самое, что и протокол 1, но с увеличением скорости на 1 км/ч каждые 2 минуты. Прерывистый протокол включал пять рабочих нагрузок по 5 минут каждая с отдыхом не менее 5 минут. Не было обнаружено различий между протоколами при максимальных нагрузках по кардиореспираторным и метаболическим параметрам. МПК для протокола 1, 2 и прерывистого с оставило 4070 ± 457 , 4023 ± 413 и 4031 ± 457 мл/мин соответственно [26].

Заключение. Данные литературы показывают, что в широком диапазоне продолжительности работы показатели МПК могут не зависеть от применяемого протокола. Это явление прослеживается как на нетренированных испытуемых, так и на спортсменах различных специализаций. Большая часть работ показывает отсутствие отличий в МПК между протоколами «около рекомендуемой» продолжительности (8-12 минут), но встречаются и данные, демонстрирующие достижение МПК за 5 минут и даже менее. Да, действительно, экстремальная продолжительность нагрузочного тестирования (более 30 минут) демонстрирует некое снижение значений МПК по сравнению с более короткими тестами. Но при определении МПК такая продолжительность работы обычно не применяется. А вот по более короткой продолжительности нагрузочного тестирования вопрос остается открытым. Данные о достижении МПК есть, но их недостаточно для строгих выводов. Поэтому в будущих исследованиях необходимо установить зависимость кинетики потребления кислорода от скорости увеличения нагрузки в максимально возможном диапазоне и определить оптимальный протокол тестирования, который при сохранении информативности будет накладывать минимальные временные и физиологические требования к испытуемому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнение процедур тестирования пикового потребления кислорода, аэробного и анаэробного порогов у биатлонистов высокого класса /

Е. Мьякинченко, В. Кузмичев, Н. Джилкибаева, П. Мьякинченко // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 2. – С. 41-45. [In English] Myakinchenko

- E.B., Kuz'michev V.A., Dzhilkibaeva N. Zh-A., Myakinchenko P.E. Comparison of testing procedures for peak oxygen consumption, aerobic and anaerobic thresholds in elite biathletes. *Bulletin of Sports Science*, 2017, no. 2, pp. 41-45.
2. Спортивная медицина: Учеб. Для ин-тов физ.культ. / Под. ред. В. Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 349 с. [In English] *Sports medicine: a textbook for Physical Education Institutes*. Ed. by V.L. Karpman. Moscow: Fizicheskaya Kul'tura i Sport, 1980. 349 p.
 3. Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO₂ max determination really need to last between 8 and 12 minutes? / Midgley A. W., Bentley D. J., Lutikholt H. [et al] // *Sports Med.* – 2008. Vol. 38(6). – pp. 441-447
 4. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / American College of Sports Medicine; senior editor, Linda S. Pescatello; associate editors, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D. Thompson. – 9th ed., 2013.
 5. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med.* – Jan 15, 2003. – Vol. 167(2). – pp. 211-277.
 6. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment / Buchfuhrer M. J., Hansen J. E., Robinson T. E. [et al] // *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* – Nov 1983. – Vol. 55 (5). – pp. 1558-1564
 7. McLellan, T. M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods / T. M. McLellan // *Int J Sports Med.* – Feb 1985. – Vol. 6(1). – pp. 30-35.
 8. Lukaski, H. C. Comparison of metabolic responses and oxygen cost during maximal exercise using three treadmill protocols / H. C. Lukaski, W. W. Bolonchuk, L. M. Klevay // *J Sports Med Phys Fitness.* – Sep 1989. – Vol. 29(3). – pp. 223-229.
 9. A comparison of three maximal treadmill exercise protocols / Froelicher V. F. Jr, Brammell H., Davis G. [et al] // *J Appl Physiol.* – Jun 1974. – Vol. 36(6). – pp. 720-725.
 10. Hughson, R. L. Blood acid-base and lactate relationships studied by ramp work tests / R. L. Hughson, H. J. Green // *Med Sci Sports Exerc.* – 1982. – Vol. 14(4). – pp. 297-302.
 11. A comparison of incremental exercise tests during cycle and treadmill ergometry / Fairshier R. D., Walters J., Salness K. [et al] // *Med Sci Sports Exerc.* – 1983. – Vol. 15(6). – pp. 549-554.
 12. Yoshida T. Effect of exercise duration during incremental exercise on the determination of anaerobic threshold and the onset of blood lactate accumulation / T. Yoshida // *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* – 1984. – 53(3). – pp. 196-199.
 13. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с. [In English] *Aulik I.V. Definition of physical efficiency in clinic and sports*. Moscow: Meditsina, 1990. 192 p.
 14. The ventilatory threshold: method, protocol, and evaluator agreement / Shimizu M., Myers J., Buchanan N. [et al] // *Am Heart J.* – Aug 1991. – Vol. 122(2). – pp. 509-516.
 15. Prioux, J. Effect of step duration during incremental exercise on breathing pattern and mouth occlusion pressure / J. Prioux, M. Ramonatxo, C. Prefaut // *Int J Sports Med.* – Aug 1997. – Vol. 18 (6). – pp. 401-407.
 16. Bishop, D. The effect of stage duration on the calculation of peak VO₂ during cycle ergometry / D. Bishop, D. G. Jenkins, L. T. Mackinnon // *J Sci Med Sport.* – Sep 1998. – Vol. 1(3). – pp. 171-178.
 17. Roffey, D. M. Effect of stage duration on physiological variables commonly used to determine maximum aerobic performance during cycle ergometry / D. M. Roffey, N. M. Byrne, A. P. Hills // *J Sports Sci.* – Oct 2007. – Vol. 25(12). – pp. 1325-1335.
 18. Effects of step duration in incremental ramp protocols on peak power and maximal oxygen consumption / Adami A., Sivieri A., Moia C. [et al] // *Eur J Appl Physiol.* – Oct 2013. – Vol. 113(10). – pp. 2647-2653.
 19. Rivera-Brown, A. M. Achievement of VO₂max Criteria in Adolescent Runners: Effects of Testing Protocol / A. M. Rivera-Brown, M. A. Rivera, W. Frontera // *Pediatric Exercise Science.* – 1994. – Vol. 6 – pp. 236-245.
 20. Prolonged incremental tests do not necessarily compromise VO₂max in well-trained athletes / S. Pierce, A. Hahn, A. Davie, E. Lawton // *J Sci Med Sport.* – Dec 1999. – Vol. 2 (4). – pp. 356-363.
 21. Bentley, D. J. Comparison of W (peak), VO₂ (peak) and the ventilation threshold from two different incremental exercise tests: relationship to endurance performance / D. J. Bentley, L. R. McNaughton // *J Sci Med Sport.* – Dec. 2003. – Vol. 6 (4). – pp. 422-435.
 22. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables / Kuipers H., Rietjens G., Verstappen F. [et al] // *Int J Sports Med.* – Oct 2003. – Vol. 24(7). – pp. 486-491.

23. Amann, M. Influence of testing protocol on ventilatory thresholds and cycling performance / M. Amann, A. Subudhi, C. Foster // *Med Sci Sports Exerc.* – Apr 2004. – Vol. 36(4). – pp. 613-622.
24. González-Haro, C. Differences in physiological responses between short- vs. long-graded laboratory tests in road cyclists / C. González-Haro // *J Strength Cond Res.* – Apr 2015. – Vol. 29(4). – pp. 1040-1048.
25. Bourdon, P. C. Effects of Varying the Step Duration on the Determination of Lactate Thresholds in Elite Rowers / P. C. Bourdon, S. M. Woolford, J. D. Buckley // *Int J Sports Physiol Perform.* – Jul 1, 2018. – Vol. 13(6). – pp. 687-693.
26. Effect of ramp slope on different methods to determine lactate threshold in semi-professional soccer players / Riboli A., Rampichini S., Cè E. [et al] // *Res Sports Med.* – Jul-Sep 2019. – Vol. 27(3). – pp. 326-338.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Василий Васильевич Волков – ассистент кафедры Биохимии и биоэнергетики спорта имени Н. И. Волкова, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, e-mail: fitclub@list.ru.

Ритта Викторовна Тамбовцева – заведующая кафедрой Биохимии и биоэнергетики спорта имени Н. И. Волкова, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, e-mail: ritta7@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Vasilij Vasil'evich Volkov – Assistant, Department of Sports Biochemistry and Bioenergy named after N.I. Volkov, Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow e-mail: fitclub@list.ru.

Ritta Viktorovna Tambovtseva – Head of the Department of Sports Biochemistry and Bioenergy named after N.I. Volkov, Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: ritta7@mail.ru.

Для цитирования: Волков, В. В. Измерение максимального потребления кислорода: к вопросу о выборе протокола / В. В. Волков, Р. В. Тамбовцева / *Современные вопросы биомедицины.* – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_5

For citation: Volkov V.V., Tambovtseva R.V. Measurement of maximum oxygen consumption: on the question of choosing a protocol. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_5

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_6
УДК 612.395+591.5

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_6
UDC 612.395+591.5

ОБЗОР ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЯВЛЕНИЯ КЛЕПТОПАРАЗИТИЗМА У ЖИВОТНЫХ

Ю.А. Гинзбург-Шик, Е.П. Муртазина, Е.С. Меськова

ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», г. Москва, Россия

Аннотация. В природе наблюдаются различные типы зоосоциальных взаимодействий, основными из которых являются конкуренция и кооперация. Одной из форм конкурентных взаимоотношений является клептопаразитизм. Клептопаразитизм представляет собой тайное или явное присвоение чужих ресурсов особями одного или разных видов. Данное явление широко развито у многих видов животных. По результатам многих исследований на проявление клептопаразитизма влияют различные факторы: внешней среды, групповые, а также индивидуальные особенности доноров и клептопаразитов. В представленном обзоре проведен анализ данных научной литературы, посвященных изучению клептопаразитизма, и систематизация факторов, влияющих на проявление клептопаразитизма у различных видов животных.

Ключевые слова: зоосоциальные взаимодействия, конкуренция, клептопаразитизм, производитель, донор.

REVIEW OF FACTORS INFLUENCING THE EXPRESSION OF KLEPTOPARASITISM IN ANIMALS

I.A. Ginsburg-Shik, E.P. Murtazina, E.S. Mes'kova

Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

Annotation. There are different types of zoosocial interactions in nature, the main ones being competition and cooperation. One form of competitive interactions is kleptoparasitism. Kleptoparasitism is the covert or overt appropriation of alien resources by specimen of the same or different species. This phenomenon is widespread in many animal species. Many studies have shown that various factors, including environmental, group and individual characteristics of donors and parasites, influence the occurrence of kleptoparasitism. This study reviewed the scientific literature on kleptoparasitism, and systematised the factors that influence the occurrence of kleptoparasitism in different animal species.

Keywords: zoosocial interactions, competition, kleptoparasitism, scrounger, producer.

Введение. У животных, ведущих групповой образ жизни, а также у особей, обитающих в одной экологической нише, наблюдаются разнообразные социальные взаимодействия. Конкуренция и кооперация являются основными типами зоосоциальных взаимоотношений. Одним из видов конкурентных взаимодействий является клептопаразитизм – форма отношений, при которой один субъект, называемый паразитом (синонимы: мошенник – “scrounger”), присваивает пищу у другого – донора (синонимы: хозяин, производитель, продуцент – “producer”) [1-2].

Клептопаразитизм – широко распространенное среди животных явление, характерное для многих видов, включая насекомых, рыб, рептилий, птиц и млекопитающих. К клептопаразитизму относится кража не только пищи, но и любого другого ресурса, в том числе пространственных, материала гнезд, яиц и др. [3-4]. Клептопаразитизм является внутри- и межвидовой формой взаимодействий. Клептопаразитарные отношения различаются по промежутку времени между обнаружением ресурса и ее кражей, степени взаимодействия между вором и хозяином (одни клептопаразиты насильно

присваивают пищу, не смотря на попытку хозяина защититься, другие же крадут пищу незаметно). Клептопаразиты делятся на облигатных и факультативных. Для облигатных паразитизм является единственным способом добычи ресурса, для факультативных паразитов воровство это лишь один из способов добычи [2].

Клептопаразитизм может являться одним из эволюционных факторов, оказывающих влияние на естественный отбор в связи с высокой ценностью пищевых ресурсов и их истощаемостью в некоторых экологических нишах, возможным изменением пищевых цепочек и передачей возбудителей различных заболеваний при

осуществлении краж каких-либо ресурсов [3, 5, 6].

Цель настоящей работы – проанализировать современную научную литературу, посвященную исследованию роли различных средовых, популяционных, групповых и индивидуальных факторов в проявлении и особенностях формирования клептопаразитарных взаимодействий у животных в естественной среде обитания и в экспериментах на лабораторных животных.

На рисунке представлена структура данного обзора, включающая разделы, в которых рассматривается влияние на клептопаразитарные отношения следующих факторов: внешней среды, групповых и индивидуальных.



Рис. Классификация факторов, влияющих на проявление клептопаразитического поведения животных

Методы и организация исследования. В работе применялся метод контент-анализа литературных источников зарубежных исследователей.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние факторов окружающей среды на проявления клептопаразитизма. Пищедобывательная стратегия животных тесно связана с расположением

пищи. В некоторых случаях особи становятся клептопаразитами из-за невозможности самостоятельно попасть в места обитания добычи, например, из-за крупного размера тела. Подобное поведение было изучено при наблюдении за охотой белоперых и серых рифовых акул. Белоперые рифовые акулы крупнее и не могут самостоятельно проникнуть в рифы, которые

являются местообитанием их добычи. В исследовании, проведенном Labourgade P. и соавт. (2020), было установлено, что белоперые рифовые акулы проявляют клептопаразитическое поведение по отношению к серым рифовым акулам, потребляя рыбу, которая выплывала с глубин рифа, в связи с неудачными попытками охоты серых рифовых акул в недоступной для клептопаразитов зоны [7].

Было изучено влияние расположения пищи по отношению к области обитания на проявление тактики клептопаразитизма у особей различных популяций. При наблюдении за бабуинами было установлено, что присвоение пищи чаще происходит в центре, а не на периферии области обитания, а также в крупных областях по сравнению с более мелкими [8]. Эти результаты были подтверждены при исследовании тактики пищедобывания зебровых вьюрков [9]. Исследований, направленных на изучение данного вопроса, недостаточно для установления точных закономерностей. Можно предположить, что животные чаще питаются в центральных зонах области обитания в связи с их большей защищенностью от хищников.

Особый интерес представляет зависимость выбора особями пищедобывательной стратегии от расстояния между скоплениями пищи. Изучение поведения колюшек при изменении расположения пищи на дне аквариума выявило отсутствие достоверных взаимосвязей между выбором клептопаразитической или самостоятельной тактики от расположения пищи [10]. Приведенные примеры демонстрируют, что влияние расположения пищи на тип пищедобывательной тактики изучено недостаточно. Кроме того, расположение пищи напрямую связано с энергозатратами животного при достижении ресурсов. Возможно, при увеличении расстояния между пищевыми ресурсами, клептопаразитическая тактика может стать более выгодной в связи с уменьшением

затрачиваемой энергии для достижения пищи.

Высокая энергетическая цена пищевого поведения обусловлена не только выбором пищедобывательной стратегии, но и энергией, которая необходима для обработки пищи. Влияние данного фактора было изучено при наблюдении за граклами, которые размачивают пищу для улучшения процессов проглатывания и переваривания. Установлено, что частота присвоения клептопаразитами уже размоченной пищи выше, чем сухой [11]. Таким образом, можно предположить, что животные выбирают тактику клептопаразитизма, как более выгодную в том случае, когда энергозатраты на присвоение чужого ресурса меньше, чем на его самостоятельную добычу.

В ряде работ показано, что пищедобывательная стратегия зависит от количества и доступности пищевых ресурсов. В исследовании Matthew J. Hansen и соавт. (2016) продемонстрировано, что в областях большого скопления пищи рыбы чаще используют тактику клептопаразитизма [11]. Данное явление было подтверждено при изучении поведения чаек в местах обитания с различной доступностью пищевых ресурсов [12]. Можно предположить, что при высокой доступности пищи хозяева легче расстаются с добытыми пищевыми ресурсами. Кроме того, при наличии большого количества пищи, энергозатраты на их добычу меньше. Однако результаты исследования, проведенные Jolles J.W. и соавт. (2013), свидетельствуют об обратном. В ходе изучения поведения грачей, птицы добывали пищу, прикрепленную на веревках на большой высоте, что требовало более выраженных энергозатрат. Установлено, что при увеличении количества пищи, грачи реже проявляли клептопаразитизм. Авторами сделано предположение, что при увеличении количества пищи успешность тактики самостоятельного пищедобывания возрастает [13].

Качественные характеристики пищевых ресурсов, такие как размер пищи и её энергетическая ценность, являются важными параметрами при изучении пищедобывательных стратегий. Установлено, что крупные и энергетически ценные пищевые ресурсы чаще становятся объектами присвоения чаек и воронов [12, 14]. Вероятно, такое поведение обусловлено тем, что при малых размерах пищевых ресурсов энергозатраты на их добычу больше, чем их энергетическая ценность.

Безопасность окружающей среды является важным фактором, влияющим на проявление клептопаразитического поведения животных. Было проведено два противоречивых исследования, в которых изучалась взаимосвязь выбора пищедобывательной тактики особей в зависимости от степени риска нападения хищников. В исследовании Bugnyar T., Kotrschal K. (2002) было проведено сравнение частоты проявления клептопаразитизма при совместном кормлении воронов с волками и кабанями. Было установлено, что в условиях повышенного риска нападения волков частота клептопаразитизма увеличивается [15]. Однако наблюдение за воронами, проведенное позднее, показало отсутствие взаимосвязи между наличием хищников поблизости и выбором стратегии добывания пищи [14]. К безопасности окружающей среды можно также отнести наличие поблизости хозяина пищи. Данное явление было исследовано на пауках, в результате чего было установлено, что присвоение чужих пищевых ресурсов происходит чаще на паутинах с отсутствующими хозяевами [4]. Безопасность безусловно играет важную роль в пищевом поведении животных, однако причины столь разнообразных результатов исследований всё ещё остаются неизвестными.

Помимо факторов, связанных с характеристиками пищевых ресурсов, к внешним особенностям среды, влияющим на пищевое поведение животных, можно отнести погодные условия. Наблюдение за леопардами показало, что животные чаще

используют присвоение чужих ресурсов в холодные месяцы [16]. Можно предположить, что в холодные месяцы животным требуется больше ресурсов для поддержания теплообмена на необходимом уровне.

Влияние групповых факторов на проявление клептопаразитизма. В ряде исследований выявлена взаимосвязь между тактикой пищедобывания особей и размером группы. Наблюдение за синицами показало повышение частоты проявления клептопаразитизма при увеличении размера группы [17]. Данные результаты подтверждает исследование, проведенное на крысах в лабораторных условиях [18]. Однако изучение поведения бабуинов установило обратную взаимосвязь: тактика присвоения чужих ресурсов наблюдалась чаще в малых группах [8].

Возможно, размер группы связан с другим значимым групповым социальным фактором – иерархическими взаимосвязями и соотношением рангов взаимодействующих животных. В исследовании Li M.F. и соавт. (2021) было показано, что доминантные особи маргышек чаще использовали тактику клептопаразитизма. Эти особи выбирали центральные безопасные места расположения, что способствовало их защищенности и присвоению ресурсов, а не поиску пищи на периферии ареала, которую осуществляли другие особи низших рангов [19]. Показано, что в группах бабуинов направленность присвоения пищи зависит от половых и иерархических взаимосвязей между особями: самки чаще присваивают пищу у самцов с высоким рангом и у низкодоминантных самок. При взаимодействиях в парах самцов-паразитов и самок-доноров не наблюдается взаимосвязь ранга особи с проявлением клептопаразитизма [8]. Изучение поведения птиц показало обратное – доминантные особи грачей и воронов реже используют тактику присвоения чужих ресурсов [13, 15]. При исследовании пищедобывательных стратегий синиц и зебровых вьюрков не было выявлено взаимосвязи ранга особей и проявлением

клептопаразитизма [17, 20]. Кроме иерархических взаимосвязей было изучено влияние степени близости социальных отношений и родственных связей на выбор пищедобывательной стратегии. Самки бабуинов чаще присваивают пищу у самок, с которыми имеют близкие социальные отношения, при этом степень родства не влияет на частоту проявления клептопаразитизма [8].

Индивидуальные особенности, влияющие на проявление клептопаразитизма. Проявление клептопаразитизма у млекопитающих и птиц по-разному зависит от пола и возраста особей. При наблюдении за поведением мартышек было установлено, что клептопаразитизм более распространен среди неполовозрелых особей мартышек обоих полов [19]. Молодые крысы чаще проявляли клептопаразитическое поведение по отношению к более зрелым конспецификам, чем зрелые к молодым [21]. Возможно, кража пищи молодыми млекопитающими является способом активного поиска полезной информации о свойствах различных пищевых ресурсов. Обнаружено, что беременные и кормящие самки бабуинов выбирают тактику присвоения чужих ресурсов чаще, чем фертильные [8]. В исследовании межвидового клептопаразитизма птиц было обнаружено, что присвоение пищевых ресурсов осуществлялось только взрослыми самками фрегатов, а донорами являлись только самки олушей [22]. Наблюдение за орлами позволило обнаружить, что клептопаразитами чаще являлись взрослые особи [23]. Исследование частоты встречаемости клептопаразитизма у синиц в зависимости от пола и возраста показало, что самки и взрослые особи чаще присваивают чужие пищевые ресурсы, чем молодые и самцы [17]. Имеется ряд исследований, в которых показано, что пол и возраст не влияет на тактику добывания пищи у граклов [11] и воронов [24]. У насекомых, например, у

некоторых видов клопов клептопаразитизм является основной формой пищедобывания для самцов [25].

Существуют исследования влияния размера тела на тактику добывания ресурсов. При наблюдении за поведением фрегатов, было выявлено, что клептопаразиты были крупнее доноров [22]. Изучение взаимосвязи размера кижуча и тактики добывания пищи также показало, что мелкие рыбы чаще становились донорами, в отличие от крупных, которые реже остальных совершали кражи и никогда не становились донорами [26]. Вероятно, это связано с неспособностью мелких особей защитить собственные ресурсы, а также с их более низким рангом.

Поведенческая пластичность является важным фактором, влияющим на выбор тактики добывания пищи. Особи могут выбрать одну из стратегий поведения или менять ее в зависимости от факторов внешней среды, характера межсубъектных взаимоотношений и индивидуальных особенностей. Результаты моделирования взаимодействий между производителями и клептопаразитами позволили выявить, что выбор тактики может зависеть от осведомленности субъекта об успешности добывания пищи сородичами, результативности собственных попыток совершения воровства или самостоятельного добывания пищи [27]. Эти теоретические результаты подтверждаются эмпирическими наблюдениями за поведением граклов, которые показали, что высокая поведенческая пластичность позволяет им менять тактику добывания корма (переходить к самостоятельной пищедобывательной стратегии) при изменениях условий окружающей среды, таких как доступность пищи и поведение сородичей [28]. Исследование, проведенное на чешуйчатогрудых амадинах, показало, что эти птицы также меняют стратегию пищедобывания в зависимости от поведения сородичей [29]. При исследовании

бенгальских вьюрков было установлено, что особи, которые обучались медленнее, обладали большей поведенческой пластичностью и чаще меняли тактику пищедобывательного поведения (производитель или паразит) при изменениях окружающей среды [30].

Выработка пластичных приспособительных форм поведения требует развитых когнитивных способностей, которые взаимосвязаны с нейрофизиологическими и анатомическими характеристиками головного мозга. Был проведен анализ клептопаразитизма у птиц, который показал, что остаточный размер мозга у семейств с развитым клептопаразитизмом был больше, что могло сыграть важную роль в эволюции данного вида конкурентного поведения [31].

К индивидуальным особенностям животных можно отнести смелость. Авторами, наблюдавшими за поведением грачей, установлено, что доля клептопаразитов среди смелых особей больше [13]. Однако есть исследование, в котором было установлено, что менее смелые казарки чаще становятся клептопаразитами. Авторы предполагают, что это связано с тем, что менее смелые казарки проявляют

меньшую активность при самостоятельном добывании пищи и более склонны оставаться в группе сородичей [32].

Поведение доноров также влияет на проявление клептопаразитизма другими особями. В исследованиях рассмотрены две тактики поведения птиц – употребление пищи на месте добывания или употребление пищи после перемещения с места добычи. При наблюдении за воронами было установлено, что особи, употребляющие пищу на месте добывания пищи, в окружении остальных сородичей, чаще подвергаются клептопаразитизму [24, 33]. Схожие результаты были получены при наблюдении за леопардами, поднимающими добычу на деревья, вероятно с целью избегания клептопаразитизма со стороны других леопардов и гиен. В результате было установлено, что риск нападения клептопаразита на 67% ниже при перемещении добычи на дерево, чем при поедании на земле [16].

В итоговой таблице приведены сводные данные по видам животных и конкретным публикациям, посвященным изучению связи различных факторов и клептопаразитизма.

Таблица

Факторы, влияющие на проявление клептопаразитизма у различных видов животных

Группа факторов	Факторы	Виды животных и птиц	Авторы исследований
Факторы внешней среды	Расположение пищи	Рифовые акулы	Labourgade P., 2020
		Колюшки	Matthew J. Hansen, 2016
	Энергозатраты	Граклы	Morand-Ferron J., 2006
		Количественные характеристики пищевых ресурсов	Колюшки
	Грачи		Jolles J.W., 2013

Продолжение таблицы

	Качественные характеристики пищевых ресурсов	Чайки	Steele W.K., 1995
		Вороны	Renee Robi- nette Ha, 2003
		Бабуины	King A.J., 2009
	Размер области обитание и пространственное расположение особей	Зебровые вьюрки	Flynn R.E., 2008
		Вороны	Bugnyar T., 2002
	Безопасность окружающей среды	Вороны	Renee Robi- nette Ha, 2003
		Пауки	Meira F.A., 2021
	Погодные условия	Леопарды	Balme G.A., 2017
Групповые факторы	Размер группы	Бабуины	King A.J., 2009
		Синицы	Aplin L.M., 2017
		Крысы	Alfaro L., 2020
	Иерархические взаимосвязи в группе	Мартышки	Li M.F., 2021
		Грачи	Jolles J.W., 2013
		Вороны	Bugnyar T., 2002
		Бабуины	King A.J., 2009
		Синицы	Aplin L.M., 2017
		Зебровые вьюрки	Beauchamp G., 2006

Продолжение таблицы

	Родственные связи и социальные отношения	Бабуины	King A.J., 2009
Индивидуальные особенности	Пол и возраст особей	Граклы	Morand-Ferron J., 2006
		Вороны	Gallego-Abenza M., 2019
		Мартышки	Li M.F., 2021
		Фрегаты	Austin R.E., 2021
		Олуши	Austin R.E., 2021
		Орлы	Margalida A., 2017
		Синицы	Aplin L.M., 2017
		Клопы	Arnqvist G., 2006
	Беременность и кормление	Бабуины	King A.J., 2009
	Размер тела	Фрегаты	Austin R.E., 2021
		Кижучи	Phillips J.A., 2018
	Когнитивные способности	Птицы различных семейств	Morand-Ferron J., 2007
	Смелость	Грачи	Jolles J.W., 2013
		Казарки	Kurvers R.H.J.M., 2010
	Поведенческая пластичность	Граклы	Morand-Ferron J., 2007
Манникенны мускатного ореха		Morand-Ferron J., 2011	

Продолжение таблицы

		Бенгальские вьюрки	Dagues M.B., 2020
	Поведение доноров	Вороны	Gallego- Abenza M., 2019
		Вороны	Gallego- Abenza M., 2020
		Леопарды	Balme G.A., 2017

Заключение. В данном обзоре научной литературы приведены результаты исследований, посвященных изучению клептопаразитизма – конкурентной формы поведения животных, при которой особи присваивают чужие ресурсы. Из приведенных исследований можно сделать вывод, что на выбор этой стратегии добывания пищи влияет множество факторов, которые можно объединить в три группы: средовые, групповые и индивидуальные особенности животных. Большинство научных работ проведено этологами при наблюдениях за животными в естественной среде обитания. Отдельные группы исследователей разрабатывают математические модели взаимодействий (“producer-scrounger”) между добытчиками и клептопаразитами, которые позволяют изучать влияние отдельных факторов (например, количество пищи, мотивационное состояние, размер группы или ареала обитания) при конкуренции животных за ресурсы [34-36]. Только небольшое число работ осуществлено на лабораторных видах животных в контролируемых условиях экспериментальных взаимодействий между ними. Вследствие этого, мало изучены психосоциальные, нейрофизиологические и

метаболические механизмы формирования донорского и клептопаразитического типов поведения. Исходя из вышеизложенного, представляется актуальным исследование механизмов развития клептопаразитизма на группах лабораторных животных с контролируемыми условиями содержания, количеством ресурсов, наблюдениями за их индивидуальным поведением и взаимодействиями. Такие условия позволили бы изучить генетические, биохимические, онтогенетические и другие особенности особей, которые могут влиять на последующее проявление клептопаразитарного или донорского поведения. Экспериментальные условия дают возможность регистрировать нейрофизиологические и метаболические показатели в процессе взаимодействий между животными, что позволит исследовать механизмы, обеспечивающие процессы высшей нервной деятельности социального поведения. Кроме того, изучение клептопаразитарных отношений имеет высокую фундаментальную и практическую значимость для понимания эволюционных механизмов и процессов использования (в том числе истощения) природных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brockmann, H. J. Kleptoparasitism in birds / H. J. Brockmann, C. J. Barnard // *Animal Behaviour*. – 1979. – Vol. 27. – pp. 487–514. DOI: 10.1016/0003-3472(79)90185-4.
2. Iyengar, E. V. Kleptoparasitic interactions throughout the animal kingdom and a re-evaluation, based on participant mobility, of the conditions promoting the evolution of kleptoparasitism / E. V. Iyengar // *Biological Journal of the Linnean Society*. – 2008. – Vol. 93. – № 4. – pp. 745-762. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2008.00954.x.
3. Wynia, A. L. Evidence of nest material kleptoparasitism in Worm-eating Warblers (*Helminthos vermivorum*) in east-central Arkansas, USA / A. L. Wynia, J. C. Bednarz // *Ecology and evolution*. – 2021. – Vol. 11. – № 10. – pp. 4996-5000. DOI: 10.1002/ece3.7339.
4. Meira, F.A. Araneophagy as an alternative foraging tactic to kleptoparasitism in two Argyrodinae (Araneae: Theridiidae) species / F. A. Meira, R. R. Moura, M. O. Gonzaga // *Behavioural processes*. – 2021. – Vol. 189. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376635721001297?via%3Dihub> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1016/j.beproc.2021.104445.
5. William, L. Vickery Producing and scrounging can have stabilizing effects at multiple levels of organization / L. William // *Ecology and evolution*. – 2020. – Vol. 10. – № 6. – pp. 2969-2978. DOI: 10.1002/ece3.6111.
6. Evidence for Common Horizontal Transmission of *Wolbachia* among Ants and Ant Crickets: Kleptoparasitism Added to the List / Tseng S., Hsu P., Lee C. [et al] // *Microorganisms*. – 2020. – Vol. 8. – № 6. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/6/805> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.3390/microorganisms8060805.
7. Heterospecific foraging associations between reef-associated sharks: first evidence of kleptoparasitism in sharks / Labourgade P., Ballesta L., Huvneers C. [et al] // *Ecology*. – 2020. – Vol. 101. – № 11. URL: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ecy.3117> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1002/ecy.3117.
8. King, A. J. Ecological, social, and reproductive factors shape producer–scrounger dynamics in baboons / A. J. King, N. J. B. Isaac, G. Cowlshaw // *Behavioral Ecology*. – 2009. – Vol. 20. – № 5. – pp. 1039-1049. DOI: 10.1093/beheco/arp095.
9. Flynn, R. E. Producer–Scrounger Games in a Spatially Explicit World: Tactic Use Influences Flock Geometry of Spice Finches / R. E. Flynn, L. Giraldeau // *Ethology*. – 2008. – Vol. 107. – № 3. – pp. 249-257. DOI:10.1046/j.1439-0310.2001.00657.x.
10. Environmental quality determines finder–joiner dynamics in socially foraging three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) / M. Hansen, A. Ward, I. Fürtbauer, A. King // *Behavioral Ecology and Sociobiology*. – 2016. – Vol. 70. – pp. 889-899. DOI: 10.1007/s00265-016-2111-5.
11. Morand-Ferron, J. Stealing of dunked food in Carib grackles (*Quiscalus lugubris*) / J. Morand-Ferron, M. Veillette, L. Lefebvre // *Behavioural Processes*. – 2006. – Vol. 73. – № 3. – pp. 342-347. DOI: 10.1016/j.beproc.2006.08.006.
12. Steele, W. K. Factors Influencing Rate and Success of Intraspecific Kleptoparasitism among Kelp Gulls (*Larus dominicanus*) / W. K. Steele, P. A. R. Hockey // *The Auk*. – 1995. – Vol. 112. – № 4. – pp. 847-859. DOI: 10.2307/4089017.
13. Jolles, J. W. Dominance, pair bonds and boldness determine social-foraging tactics in rooks, *Corvus frugilegus* / J. W. Jolles, L. Ostojić, N. S. Clayton // *Animal Behaviour*. – 2013. – Vol. 85. – № 6. – pp. 1261-1269. DOI:10.1016/j.anbehav.2013.03.013.
14. Ha, R. R. Effects of ecology and prey characteristics on the use of alternative social foraging tactics in crows, *Corvus caurinus* / R. R. Ha, J. C. Ha // *Animal Behaviour*. – 2003. – Vol. 66. – № 2. – pp. 309-316. DOI: 10.1006/anbe.2003.2182.
15. Bugnyar, T. Scrounging Tactics in Free-Ranging Ravens, *Corvus corax* / T. Bugnyar, K. Kotrschal // *Ethology*. – 2002. – Vol. 108. – № 11. – pp. 993-1009. DOI: 10.1046/j.14390310.2002.00832.x.
16. Caching reduces kleptoparasitism in a solitary, large felid / G. Balme, J. Miller, R. Pitman, L. Hunter // *Journal of Animal Ecology*. – 2017. – Vol. 86. – № 3. – pp. 634-644. DOI: 10.1111/1365-2656.12654.
17. Aplin, L. M. Stable producer–scrounger dynamics in wild birds: sociability and learning speed covary with scrounging behavior / L. M. Aplin, J. Morand-Ferron // *Proceedings. Biological sciences*. – 2017. – Vol. 284. – № 1852. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2016.2872> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1098/rspb.2016.2872.
18. Alfaro, L. Effect of group size on producer–scrounger strategies of Wistar rats / L. Alfaro, R. Cabrera // *Behavioural processes*. – 2021. – Vol. 182. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376635720304733?via%3Dihub>

- ihub (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1016/j.bproc.2020.104280
19. Be early or be tolerated: vervet monkey, *Chlorocebus pygerythrus*, foraging strategies in a dispersed resource / M. Li, J. Arseneau-Robar, E. Smeltzer, J. Teichroeb // *Animal Behaviour*. – 2021. – Vol. 176. – pp. 1-15. DOI: 10.1016/J.ANB.EHAV.2021.03.010.
20. Beauchamp, G. Phenotypic Correlates of Scrounging Behavior in Zebra Finches: Role of Foraging Efficiency and Dominance / G. Beauchamp // *Ethology*. – 2006. – Vol. 112. – № 9. – pp. 873-878. DOI: 10.1111/j.1439-0310.2006.01241.x.
21. Food stealing by young Norway rats (*Rattus norvegicus*) / B. Galef, C. Marcinski, K. Murray, E. Whiskin // *Journal of Comparative Psychology*. – 2001. – Vol. 115 – № 1. – pp. 16-21. DOI: 10.1037//0735-7036.115.1.16.
22. Green Interspecific and intraspecific foraging differentiation of neighbouring tropical seabirds / Austin R. E., De Pascalis F., Votier S. C. [et al] // *Movement Ecology*. – 2021. – Vol. 9. – № 27. URL: <https://movementecologyjournal.bimedcentral.com/articles/10.1186/s40462-021-00251-z> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1186/s40462-021-00251-z.
23. Behavioral evidence of hunting and foraging techniques by a top predator suggests the importance of scavenging for preadults / Margalida A., Colomer M.À., Sánchez R. [et al] // *Ecology and evolution*. – 2017. – Vol. 7. – № 12. – pp. 4192-4199. DOI: 10.1002/ece3.2944.
24. Gallego-Abenza, M. Decision time modulates social foraging success in wild common ravens, *Corvus corax* / M. Gallego-Abenza, M. Loretto, T. Bugnyar // *Ethology*. – 2019. – Vol. 126. – № 4. – pp. 413-422. DOI: 10.1111/eth.12986.
25. Arnqvist, G. Sex-role reversed nuptial feeding reduces male kleptoparasitism of females in Zeus bugs (Heteroptera; Veliidae) / G. Arnqvist, T. M. Jones, M. A. Elgar // *Biology letters*. – 2006. – Vol. 2. – № 4. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2006.0545?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crosref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1098/rsbl.2006.0545.
26. An asymmetric producer-scrounger game: body size and the social foraging behavior of coho salmon / Phillips J. A., Peacock S. J., Bateman A. [et al] // *Theoretical ecology*. – 2018. – Vol. 11. – № 4 – pp. 417-431. DOI: 10.1007/s12080-018-0375-2.
27. Dubois, F. Frequency-dependent payoffs and sequential decision-making favour consistent tactic use / F. Dubois, L. Giraldeau, D. Réale // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2012. – Vol. 279. – № 1735. URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2011.2342> (accessed 23.06.2022). DOI: 10.1098/rspb.2011.2342.
28. Morand-Ferron, J. Wild Carib grackles play a producer-scrounger game / J. Morand-Ferron, L.-A. Giraldeau, L. Lefebvre // *Behavioral Ecology*. – 2007. – Vol. 18. – № 5. – pp. 916-921. DOI: 10.1093/beheco/arm058.
29. Morand-Ferron, J. Persistent individual differences in tactic use in a producer-scrounger game are group dependent / J. Morand-Ferron, G. Wu, L. Giraldeau // *Animal Behaviour*. – 2011. – Vol. 82. – № 4. – pp. 811-816. DOI: 10.1016/j.anbehav.2011.07.014.
30. Dagues, M. B. Individual differences in learning ability are negatively linked to behavioural plasticity in a frequency-dependent game / M. B. Dagues, C. L. Hall, L. Giraldeau // *Animal Behaviour*. – 2020. – Vol. 159. – pp. 97-103. DOI: 10.1016/j.anbehav.2019.11.011.
31. Morand-Ferron, J. Food stealing in birds: brain or brawn? / J. Morand-Ferron, D. Sol, L. Lefebvre // *Animal Behaviour*. – 2007. – Vol. 74. – № 6. – pp. 1725-1734. DOI: 10.1016/j.anbehav.2007.04.031.
32. The effect of personality on social foraging: shy barnacle geese scrounge more / Kurvers R. H. J. M., Prins H. H. T., Wieren S. E. [et al] // *Proceedings. Biological sciences*. – 2010. – Vol. 277. – № 1681. – pp. 601-608. DOI: 10.1098/rspb.2009.1474.
33. Gallego-Abenza, M. Decision time modulates social foraging success in wild common ravens, *Corvus corax* / M. Gallego-Abenza, M. Loretto, T. Bugnyar // *Ethology*. – 2020. – Vol. 126. – № 4. – pp. 413-422. DOI: 10.1111/eth.12986.
34. Dubois, F. Consequences of multiple simultaneous opportunities to exploit others' efforts on free riding / F. Dubois, E. Richard-Dionne // *Ecology and evolution*. – 2020. – Vol. 10. – № 10. – pp. 4343-4351. DOI: 10.1002/ece3.6201.
35. Toyokawa, W. Scrounging by foragers can resolve the paradox of enrichment / W. Toyokawa // *Royal Society*. – 2017. – Vol. 4. – № 3. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.160830?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crosref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed (accessed 27.06.2022). DOI: 10.1098/rsos.160830.

36. Kleptoparasitic interactions modeling varying owner and intruder hunger awareness / Chowdhury N., Kentiba K., Mirajkar Y. [et al] // Theoretical population biology. – 2020. – Vol. 136. – pp. 31-40. DOI: 10.1016/j.tpb.2020.11.002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Андреевна Гинзбург-Шик – специалист, ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, e-mail: Ginzburg.shik@gmail.com.

Елена Павловна Муртазина – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, e-mail: e.murtazina@nphys.ru.

Екатерина Сергеевна Меськова – специалист, ФГБНУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, e-mail: meskova_katerina@rambler.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yulia Andreevna Ginsburg-Shik – Specialist, Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, e-mail: Ginzburg.shik@gmail.com.

Elena Pavlovna Murtazina – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, e-mail: e.murtazina@nphys.ru.

Ekaterina Sergeevna Mes'kova – Specialist, Anokhin Institute of Normal Physiology, Moscow, e-mail: meskova_katerina@rambler.ru.

Для цитирования: Гинзбург-Шик, Ю. А. Обзор факторов, влияющих на проявления клептопаразитизма у животных / Ю. А. Гинзбург-Шик, Е. П. Муртазина, Е. С. Меськова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_6

For citation: Ginzburg-Shik I.A., Murtazina E.P., Meskova E.S. Review of factors influencing the expression of kleptoparasitism in animals. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_6

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_7
УДК: 612.172.2; 796.332.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_7
UDC: 612.172.2; 796.332.6

ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОКОВИДНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП

В.Я. Жигало¹, Ф.Б. Литвин², Н.Г. Каленикова³, Г.М. Бойко³

¹Брянский государственный инженерно-технологический университет, г. Брянск, Россия

²Смоленский государственный университет спорта, г. Смоленск, Россия

³Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Россия

Аннотация. Впервые проведены исследования variability сердечного ритма на трех этнических группах студентов, приехавших на обучение в Россию. В обследовании участвовали 358 студентов. Выявлены типологические особенности variability сердечного ритма в зависимости от географического места проживания. Через год, после введения ковидных ограничений, во всех этнических группах отмечалось усиление центрального механизма регуляции сердечного ритма на фоне снижения активности автономного механизма. Выполненные исследования показали отрицательное влияние ограничения двигательной активности на механизмы регуляции сердечного ритма. Независимо от этноса усилились эрготропные процессы на фоне ослабления трофотропных процессов, что неминуемо отразится на сужении адаптационного потенциала организма в целом.

Ключевые слова: студенты, пандемия COVID-19, вегетативная регуляция сердечного ритма, типы регуляции.

THE EFFECT OF ANTI-COVID RESTRICTIONS ON HEART RATE REGULATION AMONG STUDENTS OF DIFFERENT ETHNIC GROUPS

V.Ya. Zhigalo¹, F.B. Litvin², N.G. Kalennikova³, G.M. Bojko³

¹Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia

²Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

³Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Annotation. For the first time, studies of heart rate variability were carried out on three ethnic groups of students who came to study in Russia. The survey involved 358 students. The typological features of heart rate variability depending on the geographical place of residence were revealed. A year after the introduction of COVID restrictions, in all ethnic groups there was an increase in the central mechanism of heart rate regulation against the background of a decrease in the activity of the autonomic mechanism. The performed studies have shown a negative effect of long-term restriction of motor activity on the mechanisms of heart rate regulation. Regardless of the ethnic group, ergotropic processes have intensified against the background of a weakening of trophotropic processes, which will inevitably affect the narrowing of the adaptive potential of the body as a whole.

Keywords: students, COVID-19 pandemic, heart rate autonomic regulation, types of regulation.

Введение. Студенческий возраст характеризуется динамичностью формирования физиологической и социальной зрелости, их организм подвержен высокому риску нарушения здоровья в связи с большой умственной и психоэмоциональной нагрузкой, а также климатогеографическими изменениями [1-2]. Особенно выражено проявляются эти особенности на студентах-выходцах из других стран и континентов,

поскольку у них отмечается усиление напряженности хроноадаптационных механизмов регуляции молодого организма [3-4], что, в свою очередь, негативно влияет на состояние сердечнососудистой системы и физической подготовленности [5]. В связи с противоковидными ограничениями усилилась социальная изоляция, от которой больше всего страдают молодые люди. Как отмечают исследователи, в условиях

пандемии COVID-19 у первокурсников наблюдается снижение таких физических качеств, как гибкость и выносливость [6], быстрота [7]. Вегетативную нервную систему (ВНС) рассматривают, как одну из важнейших регуляторных систем, управляющую адаптационными процессами. В зависимости от характера физической нагрузки ВНС изменяет адаптационный потенциал от его повышения при умеренном двигательном режиме до появления дезадаптации при максимальных для организма физических нагрузках [8]. В сложившихся условиях метод variability сердечного ритма является наиболее информативным [8-9]. Это позволяет с учетом физических возможностей организма студентов научно прогнозировать рациональное построение двигательного режима, направленного на оздоровление студентов и снятие психоэмоциональной напряженности.

Методы и организация исследования.

В исследовании приняло участие 358 студентов, обучающихся в Брянском государственном инженерно-технологическом университете и Брянском государственном техническом университете. В зависимости от принадлежности к национальному этносу они были разделены на три группы. В первую группу вошли студенты славянского этноса – «славяне» (жители Брянской, Смоленской, Калужской, Орловской и Тульской областей) (240 студентов); во вторую группу, вошли студенты, приехавшие на обучение из Туркменистана, Узбекистана и Таджикистана – «азиаты» (66 студентов); третью группу составили «африканцы» – студенты, приехавшие из Конго, Мали, Гвинея, Кот-д'Ивуар, Габона, Камеруна, Анголы, Гаити (52 студента). Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации 1964 г. с изменениями, принятыми на Генеральных Ассамблеях Всемирной Медицинской Ассоциации с 1975 по 2013 г. Все студенты в течение трех лет согласно учебной программе занимались мини-футболом на уроках физической культуры два раза в

неделю по 90 минут. Исследование проводилось в два этапа: первое – до ковидных ограничений в 2019 году, второе – после ограничений в 2020 году. Исследование проводилось по Р.М. Баевскому [10] с использованием аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51» и программного обеспечения «Иским 6», (ООО «РАМЕНА» Россия). Индивидуально-типологические особенности вегетативной регуляции с выделением четырех типов регуляции сердечного ритма проводили по методике, предложенной Н.И. Шлык [9]. Статистическую обработку данных осуществляли методом вариационной статистики. Использовался пакет компьютерных программ Биостат. Рассчитывали средние величины ($M \pm m$). Уровень значимости достоверности при $p < 0,05$ рассчитывался с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. Обучение студентов из географически отдаленных стран и континентов, наряду с трудностями, связанными с языковым барьером, усложняется нарушениями биоритмов, климатическими факторами, изменениями в питании и т.д. [11]. Имеются существенные различия в физическом развитии и двигательной подготовленности [12]. Негативные тенденции усилило ограничение двигательной активности, вызванное пандемией COVID-19. Перевод занятий в залах и спортивных площадках на дистанционную работу с помощью компьютеров вызвало существенные изменения в работе механизмов по обеспечению сердечной деятельности. Причем эти изменения затронули активность как центрального, так и автономного механизмов регуляции сердечного ритма (СР) в разной степени в зависимости от этноса. Через год после введения ковидных ограничений растет число лиц с умеренным (I тип) и выраженным (II тип) доминированием центрального механизма регуляции, что косвенно указывало на рост напряженности в структуре регуляторных процессов. В частности, у студентов-«славян» число испытуемых с I типом выросло от 11% до 20%, лиц со II

типом – от 7% до 18%, а испытуемых с III типом уменьшилось от 72% до 59%, с IV типом – от 10% до 3%. В зависимости от типа регуляции, изменялись величина и направленность изученных показателей (табл. 1). У испытуемых с I типом за время ковидного ограничения достоверно на 13% ($p<0,05$) уменьшился показатель MxDMn, снижение показателей RMSSD и HF недостоверное. Более выражено росла

активность симпатического отдела ВНС. Так, Амо50% (амплитуда моды) увеличилась на 47% ($p<0,05$), IC (индекс централизации) – на 50%, SI (индекс напряжения) – на 61% ($p<0,05$), LF (мощность спектра в диапазоне низкочастотных колебаний) – 11% ($p>0,05$), VLF (мощность спектра в диапазоне очень низкочастотных колебаний) снизился на 12% ($p>0,05$).

Таблица 1

Временные и спектральные показатели регуляции сердечного ритма у студентов-«славян» (M±m)

Этапы исследования	ЧСС, уд./мин	MxDMn, п, мс	RMSSD, D, мс	АМо 50%, мс	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	IC, усл. ед.
I										
1 (n=26)	73 ±3,2	281,7 ±12,4	34,3 ±3,2	36,3 ±4,24	126,1 ±18,1	1843 ±163	470,9 ±96,6	622,22 ±104,2	351,8 ±54,1	3,57 ±0,4
2 (n=48)	79,1 ±3,9	249,1 ±10,2	28,43 ±2,5	53,27 ±6,86	202,5 ±22,8	2015 ±185	329,3 ±74,3	689,37 ±118,9	314,2 ±40,7	5,35 ±0,8
p<0,05		+		+	+					+
II										
1 (n=17)	81,25 ±4,5	226,5 ±9,1	35,75 ±2,7	51,88 ±6,44	171,2 ±20,5	2049,4 ±162,3	387,1 ±60,2	876,71 ±95,76	172,9 ±24,3	4,22 ±0,4
2 (n=43)	87,9 ±5,9	188,2 ±8,2	29,14 ±1,4	79,69 ±8,33	286,1 ±23,1	1331,2 ±109,4	355,1 ±53,4	539,12 ±40,6	143,8 ±16,2	6,27 ±0,8
p<0,05		+	+	+	+	+		+		+
III										
1 (n=173)	66,75 ±2,53	353,2 ±10,8	93,7 ±7,6	33,28 ±2,71	62,9 ±3,42	3834,1 ±165,4	1722, ±102	661,65 ±50,38	693,2 ±45,8	1,91 ±0,5
2 (n=142)	80,77 ±4,81	308,3 ±9,02	70,48 ±5,3	45,60 ±4,08	95,63 ±6,27	3155,3 ±128,1	1416 ±88,4	765,81 ±46,85	520,6 ±36,3	2,30 ±0,8
p<0,05	+	+	+	+	+	+	+		+	
IV										
1 (n=24)	59,5 ±2,4	501,5 ±30,5	128,5 ±9,5	27,65 ±2,47	22,51 ±1,12	13107 ±1403	5061 ±446	3460,6 ±307,4	1610 ±22,8	2,87 ±0,4
2 (n=7)	64,33 ±2,9	422,3 ±25,6	97,0 ±8,2	38,01 ±3,78	27,62 ±1,69	10767 ±1240	4124 ±363	3804,7 ±450,2	1230 ±19,1	3,31 ±0,9
p<0,05		+	+	+	+				+	

Примечание: 1 и 2 – этапы исследования; n – число испытуемых; + – достоверность различий ($p<0,05$); I, II, III, IV – типы вегетативной регуляции СР; ЧСС – частота сердечных сокращений; MxDMn – диапазон вариационного размаха кардиоинтервалов; RMSSD – среднеквадратичное отклонение разности последовательных интервалов; АМо50% – амплитуда моды; SI – индекс напряжения; TP – общая мощность спектра; HF – мощность спектра в диапазоне высокочастотных колебаний; LF – мощность спектра в диапазоне низкочастотных колебаний; VLF – мощность спектра в диапазоне очень низкочастотных колебаний; IC – индекс централизации

У студентов-«славян» с исходно высоким уровнем активности центрального механизма регуляции СР (II тип) через год отмечено снижение показателей MxDMn на 20% ($p<0,05$) и RMSSD на 23% ($p<0,05$) и повышение показателя AMo50% на 54%, LF – 64%, IC – 49%, SI – 67% (во всех случаях $p<0,05$). Показатель суммарной мощности спектра (TP) снизился на 54% ($p<0,05$). Таким образом, у студентов-«славян» с исходным доминированием симпатического отдела ВНС снижение двигательной активности во время COVID-19 сопровождалось ростом напряженности механизмов регуляции СР. При изначально умеренном (III тип) и выраженном (IV тип) доминировании автономного механизма регуляции снижение двигательной активности повлияло на работу обоих механизмов регуляции. У лиц с III типом достоверно на 15% снизился показатель MxDMn, на 33% RMSSD и на 22% HF (во всех случаях $p<0,05$). На рост напряженности в симпатическом отделе ВНС указывало повышение на 37% ($p<0,05$) AMo50%. При этом активность высших корково-гуморальных центров (VLF) снижалась на 33% ($p<0,05$). О тотальном росте напряженности свидетельствует снижение показателя TP на 22% ($p<0,05$) при одновременном повышении показателя SI на 52% ($p<0,05$). У испытуемых с IV типом регуляции сохранялось достоверное снижение показателей автономного контура регуляции: MxDMn – на 19% ($p<0,05$), RMSSD – на 32% ($p<0,05$). Трофотропные процессы

ушли на второй план, уступая доминирующее положение центральным механизмам со снижением показателя VLF на 31% ($p<0,05$) и повышением SI на 23% ($p<0,05$). Таким образом, вынужденное ограничение двигательной активности усилило стресс-реакцию со стороны центральных эрготропных механизмов регуляции СР на фоне подавления автономного трофотропного механизма регуляции, тем самым сужая границы адаптационного потенциала.

У студентов-«азиатов» за год изменилось соотношение численности по типам регуляции СР. Число студентов с I типом выросло от 29% до 36%, со II типом – от 21% до 25%, испытуемых с III типом уменьшилось от 50% до 39%. Обращает внимание отсутствие испытуемых с IV типом регуляции. Это свидетельствует об усилении стресс-реакции с повышенными тратами энергии. Данное предположение подтверждается анализом показателей ВСР. Так, через год после отмены занятий в спортивных залах и на стадионах у испытуемых с I типом регуляции изученные показатели парасимпатического отдела ВНС снизились: MxDMn на 16% ($p<0,05$), RMSSD на 37% ($p<0,05$). Показатели симпатического отдела ВНС увеличились: AMo50% – на 39% ($p<0,05$), SI – 67% ($p<0,05$) (табл. 2). При исходно высоком тоне симпатического отдела ВНС (II тип) ограничение двигательной активности затрагивает больший диапазон центров управления СР.

Таблица 2

Временные и спектральные показатели регуляции сердечного ритма у студентов
-«азиатов» ($M\pm m$)

Этапы исследования	ЧСС, уд./мин	MxDMn, мс	RMSSD, мс	AMo50%, мс	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	IC, усл. ед.
I										
1 (n=19)	79,5 ±3,8	245,1 ±11,6	29,56 ±3,58	32,3 ±2,8	137,2 ±11,7	1802,1 ±220,9	344,9 ±79,2	700,8 ±154	323,1 ±48,1	2,85 ±0,51

Продолжение таблицы 2

2 (n=24)	85,4 ±4,5	211,5 ±8,4	21,53 ±1,48	44,9 ±3,2	229,6 ±19,2	1516,1 ±167,1	269,4 ±66,6	861,5 ±162	400,5 ±52,2	3,98 ±0,84
p<0,05		+	+	+	+					
II										
1 (n=14)	88,67 ±4,74	210,56 ±11,6	22,5 ±3,19	47,7 ±3,4	323,5 ±19,1	980,76 ±97,9	166,68 ±29,53	635,5 ±51,1	141,7 ±8,55	4,94 ±1,15
2 (n=17)	91,55 ±4,86	173,53 ±6,43	17,83 ±1,78	60,5 ±5,1	394,8 ±22,4	859,64 ±82,8	121,51 ±16,6	518,6 ±28,4	81,53 ±7,91	5,58 ±1,53
p<0,05		+		+	+			+	+	
III										
1 (n=33)	69,57 ±3,4	310,92 ±8,78	135,66 ±6,62	36,3 ±3,2	74,5 ±4,1	3314,9 ±141,2	1482,7 ±146,2	508,1 ±44,3	522,3 ±38,7	2,66 ±0,71
2 (n=25)	72,8 ±3,5	282,6 ±7,95	99,51 ±5,09	50,7 ±4,7	96,42 ±5	2509,5 ±122,9	1081,68 ±114,7	675,4 ±51,6	418,8 ±33,4	2,93 ±0,88
p<0,05			+	+	+	+	+	+		

Достоверно на 21% (p<0,05) снизился показатель MxDMn, на 23% (p<0,05) выросла активность сосудистого центра продолговатого мозга (LF) и на 74% (p<0,05) уменьшился вклад высших корково-гуморальных центров (VLF). Показатель SI увеличился на 22% (p<0,05). В целом, у студентов с высоким уровнем симпатической активности при ограничении физической активности выстраивается картина тотального роста напряженности, начиная от низших отделов мозга и заканчивая центрами в коре больших полушарий головного мозга.

У студентов-«азиатов» с III типом снижаются показатели RMSSD на 36% (p<0,05) и HF – на 37% (p<0,05), повышаются показатели AMo50% на 40% (p<0,05) и LF на 33% (p<0,05), показатель TP уменьшился на

32% (p<0,05), а SI вырос на 29% (p<0,05). Таким образом, для студентов-«славян» и студентов-«азиатов» общими являются системные изменения в механизмах регуляции CP в ответ на ограничения двигательной активности. Не исключением являются и студенты с африканского континента. Из 52 испытуемых число лиц с I типом увеличилось от 31% до 38%, со II типом – от 23% до 26%, с III типом уменьшилось от 46% до 36%. На втором этапе лица с IV типом отсутствовали, в то время как на первом этапе IV тип регистрировался у 4 испытуемых.

У студентов-«африканцев» с I типом отмечался рост показателя AMo50% на 23% (p<0,05) и SI на 72% (p<0,05), снижение MxDMn, RMSSD и TP на 22%, 46% и 71% соответственно (во всех случаях p<0,05) (табл. 3).

Таблица 3

Временные и спектральные показатели регуляции сердечного ритма у студентов-«африканцев» (M±m)

Этапы исследования	ЧСС, уд./мин	MxDMn, мс	RMSSD, мс	AMo 50%, мс	SI, усл. ед.	TP, мс ²	HF, мс ²	LF, мс ²	VLF, мс ²	IC, усл. ед.
I										
1 (n=16)	82,7 ±4,04	236,55 ±12,3	26,57 ±2,77	47,88 ±3,4	148,5 ±8,9	1731,1 ±169,1	328,6 ±65,6	890,2 ±138,1	298,9 ±35,4	3,02 ±1,1

Продолжение таблицы 3

2 (n=20)	89,6 ±4,31	194,19 ±9,1	18,24 ±2,2	58,83 ±4,25	256,7 ±22,2	1006,8 ±107,3	223,2 ±54,6	1051,4 ±147,5	250,4 ±44,9	4,66 ±1,5
p<0,05		+	+	+	+	+				
II										
1 (n=12)	88,5 ±5,2	191,25 ±9,4	20,09 ±2,21	36,91 ±2,50	374, ±34,9	958,8 ±86,2	193,7 ±28,6	1004,5 ±90,72	170,1 ±19,2	3,62 ±1,9
2 (n=13)	94,8 ±5,91	156,80 ±8,01	22,83 ±2,97	49,30 ±3,53	487,4 ±41,3	722,6 ±59,7	175,9 ±21,6	819,1 ±73,5	104,2 ±12,8	4,80 ±1,7
p<0,05		+		+	+	+		+	+	
III										
1 (n=24)	73,1 ±3,88	284,2 ±17,68	74,5 ±6,26	41,63 ±3,04	75,51 ±5,00	3036,9 ±122,2	1249 ±111	668,1 ±51,3	474,2 ±37,1	2,4 ±1,1
2 (n=19)	77,8 ±4,11	213,4 ±11,33	60,2 ±5,97	55,98 ±4,26	99,62 ±6,79	2488,6 ±115,7	961,6 ±75,6	962,95 ±81,38	405,6 ±32,6	2,9 ±1,6
p<0,05		+		+	+	+	+	+		

У испытуемых со II типом показатель АМо50% вырос на 34% (p<0,05), снизились: на 23% (p<0,05) показатель LF, на 63% (p<0,05) – VLF и на 21% (p<0,05) – МхDMn. При III типе на 34% (p<0,05) вырос показатель АМо50%, SI – на 32% (p<0,05), TP и HF уменьшились на 22%, и 30% соответственно (p<0,05 во всех случаях), LF вырос на 44% (p<0,05). Таким образом, в условиях ковидного ограничения двигательной активности независимо от этноса усиливаются эрготропные процессы на фоне ослабления трофотропных процессов, что с большой долей вероятности отразится на сужении адаптационного потенциала организма в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова, А. В. Стресс и физиологический ответ организма. Экзаменационный стресс у студентов / А. В. Смирнова, О. А. Корягина // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 2. – С.17-18.
2. Шастун С. А Сезонные ритмы и качество жизни студентов из различных климатогеографических регионов / Шастун С. А., Благонравов

Закключение. Снижение двигательной активности продолжительностью в один год сопровождалось ростом числа лиц с доминированием центрального при снижении лиц с доминированием автономного механизма регуляции, независимо от этнической принадлежности. После года ковидных ограничений среди студентов-«азиатов» и студентов-«африканцев» отсутствуют испытуемые с IV типом регуляции. Максимально высокое усиление центрального механизма регуляции у лиц со II типом. Полученные данные могут быть использованы при планировании и дозировании физических нагрузок в вузах для студентов разных этнических групп.

М. Л., Рейнбах О. А. [и др.] // Вестник РУДН, серия Медицина. – 2012. – № 7. – С. 228-230
3. Аль-Шаммари, М. Я. И. Сравнительный анализ адаптации системы кровообращения у иностранных студентов в физиологических условиях / М. Я. И. Аль-Шаммари, Т. А. Погребняк // Научный результат. Серия «Физиология». – 2015. – № 1(3). – С. 48-55.

4. Аль-Шаммари, М. Я. И. Особенности регуляции сердечного ритма у первокурсников разных этнических групп с учетом структуры мощности суммарного спектра / М. Я. И. Аль-Шаммари // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2019. – № 3. – С. 48-55.
5. Кондратьев, М.Н. Физическое состояние российских и индийских студентов, обучающихся в медицинском вузе / М. Н. Кондратьев, Н. И. Ишекова // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 23-28.
6. Образ жизни и физические качества студентов медицинского вуза в период пандемии COVID-19 / Н.Н. Нежкина, О.В. Кулигин, Е.М. Спивак, Д.С. Бендин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12(202). – С. 256-260.
7. Анализ показателей уровня физической подготовленности в период пандемии COVID-19 студентов Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого / Д.В. Яковенко, С.Н. Михайлова, Е.В. Ефимова, Д.Л. Демченко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12(202). – С. 444-449.
8. Шлык, Н. И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у биатлонистов в тренировочном процессе/ Н. И. Шлык // Человек. Спорт. Медицина. 2020. – Т. 20. – №4. – С. 5–24.
9. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
10. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – С. 298.
11. Сатаркулова, А. М. Вариабельность сердечного ритма у иностранных студентов в процессе учебной деятельности // А. М. Сатаркулова // Известия ВУЗов Кыргызстана. – 2007. – № 8. – С. 14-17.
12. Сравнительный анализ физического развития и физической подготовленности студентов разных этнических групп, обучающихся в средней полосе России / Жигало В. Я., Литвин Ф. Б., Булавкина Т. А. [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 1. – С. 39-40.

REFERENCES

1. Smirnova A.V., Koryagina O.A. Stress and the physiological response of the body. Examination stress in students. *European Student Scientific Journal*, 2019, no. 2, pp.17-18. (in Russ.)
2. Shastun S.A., Blagonravov M.L., Reinbach O.A. [et al.] Seasonal rhythms and quality of life of students from various climatogeographic regions. *RUDN Journal of Medicine*, 2012, no. 7, pp. 228-230. (in Russ.)
3. Al-Shammari M.Ya.I., Pogrebnyak T.A. Comparative analysis of the adaptation of the circulatory system in foreign students in physiological conditions. *Scientific result. Physiology series*, 2015, no. 1(3), pp. 48-55. (in Russ.)
4. Al-Shammari M.Ya.I. Features of regulation of heart rate in first-year students of different ethnic groups, taking into account the power structure of the total spectrum, *Ul'yanovskij mediko-biologicheskij zhurnal*, 2019, no. 3, pp. 48-55. (in Russ.)
5. Kondratiev M.N., Isheкова N.I. Physical condition of Russian and Indian students studying at a medical university, *Human Ecology*, 2012, no. 1, pp. 23-28. (in Russ.)
6. Nezhkina N.N., Kuligin O.V., Spivak E.M., Bendin D.S. Lifestyle and physical qualities of medical university students during the covid-19 pandemic, *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no.12(202), pp. 256-260. (in Russ.)
7. Yakovenko D.V., Mikhailova S.N., Efimova E.V., Demchenko D.L. Analysis of indicators of the level of physical fitness during the COVID-19 pandemic of students of Yaroslav the Wise Novgorod State University, *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 12(202), pp. 444-449. (in Russ.)
8. Shlyk, N.I. Standards of heart rate variability at rest and orthostasis at different ranges of MxDMn values and their change in biathletes in the training process, *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 5-24. (in Russ.)
9. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Publishing house "Udmurtskij Universitet", 2009, pp. 255.
10. Baevskij R.M. Predicting conditions on the edge of norm and pathology. Moscow: Meditsina, 1979, pp. 298.

11. Satarkulova A.M. Heart rate variability in foreign students in the process of educational activity, *Izvestiya VUZov Kyrgyzstana*, 2007, no. 8, pp.14-17. (in Russ.)

12. Zhigalo V.Ya., Litvin F.B., Bulavkina T.A., Dubogryzova I.A., Shkityr' O.N. Comparative

analysis of physical development and physical fitness of students of different ethnic groups studying in central Russia. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 1, pp. 39-40. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Владимир Яковлевич Жигало – кандидат педагогических наук, доцент, Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, e-mail: zhigalo@icloud.com.

Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск.

Наталья Геннадьевна Каленикова – кандидат педагогических наук, доцент, Брянский государственный технический университет, Брянск.

Бойко Галина Михайловна – старший преподаватель, Брянский государственный технический университет, Брянск.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Yakovlevich Zhigalo – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, e-mail: zhigalo@icloud.com.

Fedor Borisovich Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Smolensk State University of Sports, Smolensk.

Natal'ya Gennadievna Kalenikova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Bryansk State Technical University, Bryansk.

Galina Mikhajlovna Wojko – Senior Lecturer, Bryansk State Technical University, Bryansk.

Для цитирования: Влияние противоковидных ограничений на регуляцию сердечно-сосудистого ритма студентов разных этнических групп / В.Я. Жигало, Ф.Б. Литвин, Н.Г. Каленикова, Г.М. Бойко //Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_7

For citation: Zhigalo V.Ya., Litvin F.B., Kalenikova N.G., Wojko G.M. The effect of anti-COVID restrictions on heart rate regulation among students of different ethnic groups. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_7

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_8
УДК 615.37; 616.233-002; 616-053.23

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_8
UDC: 615.37; 616.233-002; 616-053.23

МИКРОБИОТА КИШЕЧНИКА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ

Н.К. Кайтмазова

Институт биомедицинских исследований – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр РАН», г. Владикавказ, Россия

Аннотация. В последнее время учеными накапливаются знания о связи между кишечной микробиотой и состоянием здоровья. Активно обсуждается патофизиологическая роль кишечной микробиоты в развитии патологических состояний. Микробиота кишечника играет важную роль в развитии ожирения и метаболического синдрома. Избыточный вес и ожирение в настоящее время являются актуальной проблемой медицины, как среди детей, так и среди взрослого населения. Эта патология распространена в развитых и в развивающихся странах. С ожирением связаны такие заболевания, как сахарный диабет, атеросклероз, неалкогольная жировая болезнь. В литературе имеются данные о влиянии бактерий кишечника на метаболизм человека. В статье отражены данные о влиянии кишечного микробиома на проявления нарушения обмена веществ. Знания, полученные в течение довольно длительного времени по изучению микробиоты желудочно-кишечного тракта человека, показали, что эта экосистема действительно является «виртуальным» органом. Микроорганизмы кишечника оказывают огромное влияние на здоровье человека.

Ключевые слова: микробиота кишечника, ожирение, короткоцепочечные жирные кислоты, липополисахариды, фекальная микробная трансплантация.

GUT MICROBIOTA AND ITS IMPACT ON THE BODY

N.K. Kajtmazova

Biomedical Research Institute - branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, Russia

Annotation. Recently, scientists have been gathering knowledge about the relationship between the gut microbiota and health state. The pathophysiological role of the intestinal microbiota in the development of pathological conditions is being actively discussed. The gut microbiota plays an important role in the development of obesity and metabolic syndrome. Overweight and obesity are currently an urgent problem in medicine, both among children and among the adult population. This pathology is common in developed and developing countries. Obesity is associated with such diseases as diabetes mellitus, atherosclerosis, non-alcoholic fatty disease. There is evidence in the literature about the influence of gut bacteria on human metabolism. The article demonstrates data on the influence of the intestinal microbiome on the signs of metabolic disorders. The knowledge gained over a long time on the study of the microbiota of the human gastrointestinal tract has shown that this ecosystem is indeed a "virtual" organ. Gut microorganisms have a huge impact on human health.

Keywords: gut microbiota, obesity, short-chain fatty acids, lipopolysaccharides, fecal microbiota transplantation.

Введение. В последние годы внимание ученых привлекает микробиота кишечника и ее роль в патогенезе различных заболеваний. Анализ результатов большого числа исследований подтверждает наличие значимой связи между микробным составом

кишечника и развитием воспалительных изменений в организме. Продукты жизнедеятельности микробиоты оказывают влияние на развитие атеросклероза, гипертонии, ожирения, сахарного диабета. Можно сказать, что микробы кишечника оказывают

влияние на развитие метаболических изменений, инсулинорезистентности, хронического системного воспаления в организме человека. Особенности питания, частый прием антибиотиков обуславливает качественное и количественное состояние микробиоты.

Целью данной статьи является обзор литературы по изучению влияния микробиоты кишечника на организм.

Методы и организация исследования. В работе применялся метод контент-анализа литературных источников отечественных и зарубежных исследователей.

Результаты исследования и их обсуждение. В данной работе рассмотрено влияние микробиоты в основном на развитие ожирения и воспаления. В литературе встречаются данные о том, что собственное количество клеток человека в 10 раз меньше общего количества микроорганизмов его населяющих, а геном человека в 150 раз меньше количества генов его микроорганизмов. Около 70% всех микроорганизмов, населяющих организм человека, обитают в толстом кишечнике. Знания, полученные в течение довольно длительного времени по изучению микробиоты желудочно-кишечного тракта человека, показали, что эту экосистему можно назвать «виртуальным» органом. Обилие информации о микробиоте кишечника разбросано во времени и в пространстве [1-6]. В настоящее время проводится работа по систематизации полученных знаний в этой области.

Среди всего разнообразия микробиоты выделяют 7 типов: фирмикуты, бактероиды, актинобактерии, протеобактерии, цианобактерии, веррукобактерии, фузобактерии [3, 6, 7, 8]. Большинство бактерий в кишечнике (80-90%) принадлежат к 2-м группам: Фирмикутам и Бактероидам. Микробиоту желудочно-кишечного тракта по типу потребляемого субстрата (белки, углеводы) и продуцирующих ферментов подразделяют на протеолитическую и сахаролитическую. Согласно современным представлениям, сахаролитические бактерии вместе с непере-вариваемой клетчаткой формируют

энтеросорбент с большой абсорбционной мощностью.

В процессе эволюции сформировались взаимовыгодные отношения между организмом человека и бактериями желудочно-кишечного тракта. Микроорганизмы, населяющие кишечник, способны восполнять отсутствующие у человека функции. Микробиота принимает участие в расщеплении растительных полисахаридов, клетчатки. Ферменты желудочно-кишечного тракта не способны расщеплять эти вещества. При регулярном поступлении грубой клетчатки микробиота кишечника в процессе своей жизнедеятельности производит тепло.

По содержанию доминирующих родов бактерий людей делят на 3 энтеротипа. Каждый энтеротип определяется по преобладанию одного из 3 бактериальных родов: Bacteroidetes (энтеротип 1), Prevotella (энтеротип 2), Ruminococcus (энтеротип 3). Ученые утверждают о существовании взаимосвязи между преобладанием некоторых видов микроорганизмов и развитием ожирения и сахарного диабета, метаболического синдрома [3, 7, 9].

Именно благодаря микробиоте в кишечнике синтезируются витамины группы В и витамин К. Кишечная микробиота участвует в ферментации полисахаридов, в синтезе короткоцепочечных жирных кислот (бутират, пропионат, ацетат) в синтезе аминокислот (лизин, треонин), деградации аминокислот (фенилаланин, тирозин, триптофан) [3, 10, 11, 12]. Симбиоз макро- и микроорганизмов состоит в том, что хозяин заботится о микрофлоре, создает для нее необходимые условия, обеспечивает необходимыми питательными веществами, микробиота вырабатывает для организма хозяина нужные ему метаболиты, защищает от проникновения патогенных микробов, участвует в формировании иммунитета [2, 10, 13, 14, 15]. Учеными установлено, что собственная микробиота человека обладает огромным потенциалом, достаточным для того, чтобы обеспечивать защиту хозяина и его метаболическую поддержку.

Практически все КЦЖК (короткоцепочечные жирные кислоты) в плазме – продукт метаболизма бактерий. КЦЖК обеспечивают организм более 10% его энергопотребности. Имеются доказательства того, что короткоцепочечные жирные кислоты играют важную роль в поддержании нормальной работы кишечника и метаболического здоровья [11, 16]. КЦЖК увеличивают ощущение сытости, способствуют снижению потребления калорий и постпрандиальную гликемию при помощи модификации продукции глюкагонподобного пептида-1 (GLP-1) и желудочного ингибирующего пептида (YY) [9, 11]. Ацетат, пропионат и бутират образуются в результате микробной ферментации неперевариваемых углеводов и, по-видимому, являются ключевыми медиаторами полезных эффектов, вызванных микробиомом кишечника. Микробная продукция SCFA необходима для целостности слизистой кишечника, для выработки слизи, обеспечения энергии для эпителиальных клеток и для поддержания иммунной функции слизистой оболочки.

В кишечнике детского организма преобладают бифидобактерии, а среди короткоцепочечных жирных кислот доминирует ацетат. В более старшем возрасте повышается содержание бутирата и пропионата. Бутират – главный источник энергии для энтероцитов, повышает барьерную функцию кишечника, повышает восстановительную функцию клеточного эпителия, укрепляет плотность межклеточных соединений. Ацетат оказывает противовоспалительный эффект, усиливает барьерные функции эпителия. В настоящее время имеются данные о том, что ожирение сопровождается воспалительными процессами, что приводит к развитию метаболического синдрома [1, 8, 10, 13, 14, 17]. КЦЖК являются лигандами G-протеинсвязывающих рецепторов. В кишечнике из первичных желчных кислот образуются вторичные желчные кислоты. Микробиота кишечника способствует преобразованию первичных

желчных кислот во вторичные, что приводит к раздражению TGR-рецепторов кишечника и секреции ГПП-1 (глюкагон подобный пептид 1 типа), а затем к снижению инсулинорезистентности [11].

Состав микробиоты оказывает влияние на макроорганизм [9, 10, 11, 14, 18]. Проведенными исследованиями на людях выявлено увеличение количества Firmicute до 20% на фоне снижения уровня Bacteroidetes до 90%, что напрямую связано с развитием ожирения и сахарного диабета. Также у пациентов с избыточной массой тела, ожирением и сахарным диабетом отмечено уменьшение количества Bifidobacterium.

В литературе встречаются результаты исследований, связанных с изучением роли *Faecalibacterium prausnitzii* в развитии метаболического синдрома, а также с противовоспалительным действием. *F. Prausnitzii* укрепляет кишечный барьер, оказывает противовоспалительное действие, является индикатором хорошего метаболизма [9, 19].

Проведено достаточно большое количество исследований кишечной микробиоты у людей с ожирением [2, 8]. У людей с нормальным индексом массы тела имеется большее разнообразие микрофлоры в кишечнике, чем у людей с ожирением. В исследовании при трансплантации фекальной микробиоты мышам, лишенным микробиоты, выявлено увеличение массы на более, чем 50% за 2 недели в сравнении с мышами, которые изначально имели микробиоту [8].

Кроме того, в исследовании, проведенном при трансплантации фекальной микробиоты мышам от людей дискордантных по ожирению, выявлен больший процент жировой ткани, чем у мышей после трансплантации фекальной микробиоты близнеца с нормальным индексом тела [8, 20].

Все больше данных показывает, что изменение микробиоты кишечника способствует возникновению ожирения и коррелирует с другими метаболическими

нарушениями у пациентов с ожирением, такими как артериальная гипертензия. Через липополисахариды (ЛПС), полученные из бактериальных мембран, микробиота может вызывать воспалительные процессы, влияющие на ожирение и резистентность к инсулину. С другой стороны, короткоцепочечные жирные кислоты (SCFAs), могут повышать чувствительность к инсулину, влиять на артериальное давление и стимулировать высвобождение гормонов сытости.

Известно, что процесс воспаления является одним из главных причин развития инсулинорезистентности и сахарного диабета 2 типа. Патогенная микробиота способна активировать рецепторы врожденного иммунитета (TLR4, TLR2), что приводит к выделению провоспалительных цитокинов или токсических соединений (сероводорода) [16]. Негативное воздействие на организм усиливают эндотоксемия, бактериальные токсины, тканевая гипоксия. Все это приводит к дестабилизации белков цитоскелета, участвующих в формировании контактов между клетками эпителия, развитию воспаления. Важную роль в повреждении кишечного барьера и транслокации кишечной микробиоты играют условно-патогенные микроорганизмы и их токсины. Известны три главные причины, содействующие бактериальной транслокации из кишечника: резкое увеличение популяционного уровня бактерий, иммунодефицит и повышение проницаемости кишечного барьера [2, 3, 6, 16, 21]. Сохранение целостности эпителиального покрова определяет подавление свободной миграции кишечных микроорганизмов и их токсинов в лимфу и системный кровоток. Важной, но наиболее уязвимой составляющей эпителиального клеточного барьера является функциональная состоятельность клеточных контактов. Проницаемость кишечного эпителия зависит от многих факторов, в том числе от цитокинов.

Достоверно известно, что врожденные иммунные эпителиальные Toll-подобные рецепторы (TLR) являются специфичными для бактерий. Известно, что TLR могут

распознавать самые разные молекулы, презентруемые микробной флорой. Активация этих рецепторов может приводить к усилению продукции цитокинов (IFN- γ , TNF- α), которые повышают кишечную проницаемость, облегчают транслокацию продуктов бактерий [16].

Липополисахариды (ЛПС) входят в состав клеточной оболочки грамотрицательных бактерий. Из полости кишечника ЛПС транспортируется в кровь в составе хиломикрон или через межклеточные промежутки. Затем образуется комплекс CD-14 и ЛПС с Toll-подобным рецептором иммунных клеток, что вызывает выброс провоспалительных цитокинов: ИЛ-1, ИЛ-6, (ФНО-альфа) [1, 10, 11, 13, 16, 17, 19]. При ожирении повышается в крови концентрация липополисахаридов, вызывая эндотоксемию. ЛПС действует как первичный медиатор воспаления, который приводит к резистентности к инсулину и ожирению, усилению липогенеза в печени.

Диета играет важную роль в регуляции состава кишечной микробиоты. В литературе встречаются данные о том, как пищевые волокна изменяют профили короткоцепочечных жирных кислот и внутренние и внешние эффекты пребиотиков на метаболизм хозяина [21].

Проведены исследования на мышах о выявлении влияния диеты с высоким содержанием жиров на развитие метаболического синдрома [14]. Подкожное введение ЛПС повышает уровень инсулина и глюкозы в крови, аналогично употреблению жирной пищи [17].

Проведенные исследования показали, что люди с низкой бактериальной нагрузкой (низким количеством генного материала) набирали лишний вес и имели повышенный воспалительный фон (повышение уровня С-реактивного белка и лептина), инсулинорезистентность, в сравнении с субъектами с разнообразным количеством генного материала [15, 16, 21].

Для более глубокого понимания конкретного вклада бактерий микрофлоры необходимы дальнейшие исследования на

людях. Безусловно, требуется дальнейшее расширение знаний о закономерностях взаимоотношения человека и его собственной микробиоты.

Заключение. Исследования, определяющие роль кишечной микрофлоры в развитии различных патологических состояний в организме, необходимы для разработки и внедрения новых методов профилактики и лечения. Анализ результатов

проведенных учеными исследований, связанных с изучением влияния кишечной микрофлоры на развитие ожирения, воспаления, метаболического синдрома, подтверждает наличие связи микробиоты на эти процессы. Внимание врачей, занимающихся профилактикой и лечением ожирения, метаболического синдрома, должно быть направлено на состояние кишечной микробиоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айтбаев, К. А. Ожирение и метаболический синдром: патофизиологическая роль кишечной микробиоты и потенциальные возможности альтернативной терапии / К. А. Айтбаев, И. Т. Муркамилов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 120-130.
2. Драпкина, О. М. Роль кишечной микробиоты в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний и метаболического синдрома / О. М. Драпкина, О. Е. Широких // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. – 2018. – Т. 14. – № 4. – С. 567-574. DOI: 10.20996/1819-6446-2018-14-4-567-574.
3. Ситкин, С. И. Филометаболическое ядро микробиоты кишечника / С. И. Ситкин, Е. И. Ткаченко, Т. Я. Вахитов // Альманах клинической медицины. – 2015. – № 40. – С. 12–34.
4. Cani, P. D. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2- driven improvement of gut permeability / P. D. Cani, S. Possemiers, T. Van de Wiele // Gut. – 2009. – №. 58. – pp. 1091-1103.
5. Metabolic endo- toxemia initiates obesity and insulin resistance / Cani P. D., Amar J., Iglesias M. A. [et al] // Diabetes. – 2007. – Vol. 56(7). – pp. 1761-1772.
6. Кузнецова, Е. Е. Микробиота кишечника. Роль в развитии различных патологий / Е. Е. Кузнецова, В. Г. Горохова, С. Л. Богородская // Клиническая лабораторная диагностика. – 2016. – Т. 61. – № 10. – С. 723-726.
7. Enterotypes of the human gut microbiome / Arumugam M., Raes J., Pelletier E. [et al] // Nature. – 2011. – № 473. – pp. 174-80.
8. Host-bacterial mutualism in the human intestine / Backhed F., Ley R. E., Sonnenburg J. L. [et al] // Science. – 2005. – Vol. 307(5717). – pp. 1915-1920.
9. Плотникова, Е. Ю. Метаболический синдром и кишечная микрофлора: что общего? /
- Е. Ю. Плотникова, О. А. Краснов // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2014. – Т. 112. – № 12. – С. 64-73.
10. Корниенко, Е. А. Современные представления о взаимосвязи ожирения и кишечной микробиоты / Е. А. Корниенко // Педиатр. – 2013. – Т. 4. – № 3. – С.3-14.
11. Покровская, Е. В. Новые взгляды на состояние кишечной микробиоты при ожирении и сахарном диабете 2 типа / Е. В. Покровская, М. Ш. Шамхалова, М. В. Шестакова // Сахарный диабет. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 253-262.
12. Dai, Z. L. Amino acid metabolism in intestinal bacteria: links between gut ecology and host health / Z. L. Dai, G. Wu, W. Y. Zhu // Front Biosci (Landmark Ed). – 2011. – Vol. 16. – pp. 1768-1786.
13. Feuerer, M. Lean, but not obese, fat is enriched for a unique population of regulatory T cells that affect metabolic parameters / M. Feuerer // Nature Med. – 2009. – Vol. 15. – pp. 930-939.
14. Human nutrition, the gut microbiome and the immune system / Kau A. L., Ahern P. P., Griffin N. W. [et al] // Nature. – 2011. – Vol. 474. – pp. 327-336.
15. Le Chatelier, E. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers / E. Le Chatelier, T. Nielsen, J. Qin // Nature. – 2013. – Vol. 500. – pp. 541-546.
16. Ткач, С. М. Изменение кишечного микробиома как важный фактор риска развития метаболических заболеваний / С. М. Ткач, О. С. Ларін, А. В. Підаєв // Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. – 2017. – № 1. – С. 17-29.
17. Борщев, Ю. Ю. Метаболический синдром и микрорэкология кишечника / Ю. Ю. Борщев, Е. И. Ермоленко // Трансляционная медицина. – 2014. – № 1. – С. 19-28.
18. A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing / Qin J., Li R., Raes J. [et al] // Nature. – 2010. – Vol. 464/4. – pp. 59-67.

19. Котрова А.Д. Роль кишечной микробиоты в развитии метаболического синдрома / А. Д. Котрова, А. Н. Шишкин, О. И. Семенова, Л. А. Слепых // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2019. – Т. 172. – №. 12. – С. 101-108.
20. Ridaura V.K. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice / V.K. Ridaura, J.J. Faith, F.E. Rey [et al] // *Science*. – 2013. – Vol. 341(6150). – pp. 1241-1244.
21. Sanz, Y. Understanding the role of gut microbes and probiotics in obesity: how far are we? / Y. Sanz, R. Rastmanesh, C. Agostoni // *Pharmacol Res*. – 2013. – № 69. – pp. 144-155.

REFERENCES

1. Ajtbaev K.A., Murkamilov I.T. Obesity and metabolic syndrome: pathophysiological role of the intestinal microbiota and the potential of alternative therapy. *Complex Problems of Cardiovascular Diseases*, 2017, vol. 6, no. 3, pp. 120-130. (in Russ.)
2. Drapkina O.M., Shirobokikh O.E. The role of intestinal microbiota in the pathogenesis of cardiovascular diseases and metabolic syndrome. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*, 2018, vol. 14, no. 4, pp. 567-574. (in Russ.)
3. Sitkin S.I., Tkachenko E.I., Vakhitov T.Ya. Philometabolic nucleus of the intestinal microbiota. *Almanac of Clinical Medicine*, 2015, no. 40, pp. 12-34. (in Russ.)
4. Cani P.D., Possemiers S., Van de Wiele T. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability. *Gut*, 2009, no. 58, pp. 1091-1103.
5. Cani P.D., Amar J., Iglesias M.A., Poggi M., Knauf C., Bastelica D., Neyrinck A., Fava F., Tuohy K.M., Chabo C. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. *Diabetes*, 2007, vol. 56(7), pp. 1761-1772.
6. Kuznetsova E.E., Gorokhova V.G., Bogorodskaya S.L. Gut microbiota. Role in the development of various pathologies. *Clinical Laboratory diagnostics*, 2016, vol. 61, no. 10, pp. 723-726. (in Russ.)
7. Arumugam M., Raes J., Pelletier E., Paslier D., Yamada T., Mende D., Fernandes G., Tap J., Bruls T., Batto J. et al. Enterotypes of the human gut microbiome. *Nature*, 2011, no. 473, pp. 174-180.
8. Backhed F., Ley R.E., Sonnenburg J.L., Peterson D.A., Gordon J. I. Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*, 2005, vol. 307(5717), pp. 1915-1920.
9. Plotnikova E.Yu., Krasnov O.A. Metabolic syndrome and intestinal microflora: what is common? *Experimental and Clinical Gastroenterology*, 2014, vol. 112, no.12, pp. 64-73. (in Russ.)
10. Kornienko E.A. Modern ideas about the relationship between obesity and intestinal microbiota. *Pediatrician*, 2013, vol. 4, no. 3, pp. 3-14. (in Russ.)
11. Pokrovskaya E.V., Shamkhalova M.Sh., Shestakova M.V. New views on the state of the intestinal microbiota in obesity and type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Mellitus*, 2019, vol. 22, no. 3, pp. 253-262. (in Russ.)
12. Dai Z.L., Wu G., Zhu W.Y. Amino acid metabolism in intestinal bacteria: links between gut ecology and host health. *Front Biosci (Landmark Ed)*, 2011, vol. 16, pp. 1768-1786.
13. Feuerer M. Lean, but not obese, fat is enriched for a unique population of regulatory T cells that affect metabolic parameters. *Nature Med*, 2009, vol. 15, pp. 930-939.
14. Kau A.L., Ahern P.P., Griffin N.W., Goodman A.L., Gordon J. Human nutrition, the gut microbiome and the immune system. *Nature*, 2011, vol. 474, pp. 327-336.
15. Le Chatelier E., Nielsen T., Qin J. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. *Nature*, 2013, vol. 500, pp.541-546.
16. Tkach S.M., Larin O.S., Pidaev A.V. Changes in the intestinal microbiome as an important risk factor for the development of metabolic diseases. *Clinical Endocrinology and Endocrine Surgery*, 2017, no. 1, pp. 17-29. (in Russ.)
17. Borshchev Yu.Yu., Ermolenko E.I. Metabolic syndrome and intestinal microecology. *Translational Medicine*, 2014, no. 1, pp. 19-28. (in Russ.)
18. Qin J., Li R., Raes J., Arumugam M., Burgdorf K., Manichanh C., Nielsen T., Pons N., Levenez F., Yamada T. et al. A human gut microbial gene catalog established by metagenomic sequencing. *Nature*, 2010, vol. 464/4, pp. 59-67.
19. Kotrova A.D., Shishkin A.N., Semenova O.I., Slepikh L.A. The role of intestinal microbiota in the development of the metabolic syndrome. *Experimental and Clinical Gastroenterology*, 2019, vol. 172, no. 12, pp. 101-108. (in Russ.)
20. Ridaura V.K., Faith J.J., Rey F.E., Cheng J., Duncan A.E., Kau A.L. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science*, 2013, vol. 341(6150), pp. 1241-1244.
21. Sanz Y., Rastmanesh R., Agostoni C. Understanding the role of gut microbes and probiotics in obesity: how far are we? *Pharmacol Res*, 2013, no. 69, pp. 144-155.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Натэлла Казбековна Кайтмазова – научный сотрудник Института биомедицинских исследований – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Владикавказ, e-mail: vostorg9@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natella Kazbekovna Kajtmazova – Researcher of the Biomedical Research Institute – branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz, e-mail: vostorg9@mail.ru.

Для цитирования Кайтмазова, Н. К. Микробиота кишечника и ее влияние на организм / Н. К. Кайтмазова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_8

For citation: Kajtmazova N.K. Gut microbiota and its impact on the body. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_8

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_9
УДК 575.191-001.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_9
УДК 575.191-001.6

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ГЕНЕТИЧЕСКИХ БИОМОДЕЛЯХ

В.В. Козлова, В.Ф. Репс, Л.А. Пигунова

Пятигорский научно-исследовательский институт курортологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства» в г. Пятигорске, Россия

Аннотация. В статье проведены классификации биомоделей, пути получения линейных животных, критерии включения в исследование модельных организмов, а также проведен анализ литературных источников поисковых и патентных исследований для формирования методических подходов в моделировании генно-модифицированных патологий. Проведен анализ о роли фармакогенетики, полиморфизмов генов в развитии персонализированной медицины.

Ключевые слова: биологические модели генетических нарушений, чистота линий лабораторных животных, полиморфизм генов, геномная медицина, точная медицина, персонализированная медицина, генетические штаммы лабораторных крыс.

METHOD OF EXPERIMENTAL STUDIES ON GENETIC BIOMODELS

V.V. Kozlova, V.F. Reps, L.A. Pigunova

Pyatigorsk Research Institute of Balneology – Branch of the Federal State Budgetary Institution “North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” in Pyatigorsk, Russia

Annotation. We have carried out classifications of biomodels, ways of obtaining linear animals, criteria for inclusion of model organisms in the study, and analyzed the literature sources of search and patent studies to form methodological approaches in modeling genetically modified pathologies. The analysis of the role of pharmacogenetics, gene polymorphisms in the development of personalized medicine was also conducted.

Keywords: biological models of genetic disorders, genetic purity of laboratory animals, gene polymorphism, genomic medicine, precision medicine, personalized medicine, genetic laboratory rat strains.

Введение. Проблема моделирования генно-модифицированных патологий и биотестирование развивающихся генетических нарушений является актуальной для проведения доклинических испытаний современных фармакологических и других методов коррекции коморбидных состояний. Речь идет о разработке ряда методических подходов в изучении возможностей получения достоверного и устойчивого результата, позволяющих наиболее полно охарактеризовать намеченную генетическую аномалию. Каждый из подходов в решении этой проблемы является дополняющим к остальным, и только в

совокупности эти направления позволяют достичь желаемого результата.

Достижение надежных и воспроизводимых результатов медико-биологического эксперимента возможно лишь при соблюдении стандартности всех его слагаемых и условий проведения, а также всех правил содержания лабораторных животных. Необходимо отметить, что в системе медико-биологического эксперимента состояние лабораторных животных зависит от воздействия многочисленных экзогенных и эндогенных факторов, влияние которых далеко не всегда представляется возможным определить и зарегистрировать, что в

ходе проведения экспериментальных исследований устанавливает состояние изучаемого живого объекта как наиболее уязвимое.

Одними из таких воздействий являются факторы инфекционной и инвазионной природы, в ходе влияния которых даже воздействие различных патогенных представителей вирусной и бактериальной флоры не всегда показывают клинически явную картину заболевания [1].

Цель исследования заключается в анализе методических подходов генетически-модифицированных патологий в эксперименте.

Методы и организация исследования.

Проведен анализ научных публикаций по данным электронных баз PubMed, Web of Science, eLibrary с учетом критериев генно-модифицированных патологий, результатов биотестирования развивающихся генетических нарушений и возможности их моделирования в эксперименте. Условием поиска были предусмотрены фильтры электронных публикаций, которые включали полный текст, связанные данные, мета-анализ, систематические обзоры.

Использованы следующие ключевые слова для идентификации публикаций на русском и английском языках: биологические модели генетических нарушений, чистота линий лабораторных животных, полиморфизм генов, геномная медицина (genomic medicine), точная медицина (precision medicine), персонифицированная медицина (personalized medicine), генетические штаммы лабораторных крыс (genetic laboratory rat strains).

Результаты исследования и их обсуждение. Создание и стандартизация биологических моделей различных патологических процессов весьма перспективное направление современной науки, являющееся основой для проведения биомедицинских исследований. При этом следует отметить, как показывает многолетний опыт экспериментальных исследований, биомодель является самым слабым звеном в цепи медико-биологических исследований.

Среди факторов, влияющих на качество биомоделирования, можно отметить как влияние факторов окружающей среды (температура в помещении, освещенность, подстилочный материал), так и поступающие в организм питательные вещества (стандартизированный корм для лабораторных животных), зараженность патогенной и условно-патогенной микрофлорой [2].

Детальный анализ литературных источников, посвященных биомоделированию, указывает на имеющийся значительный пласт работ в этом направлении, позволяющий на сегодняшний день структурировать классификацию биомоделей [3, 4, 5, 6, 7].

В результате сложившейся классификации биомодели условно разделяют на:

1. Биомодели первого порядка – “first order” (животные, т.е. классические биологические модели, реакции которых на действие веществ и факторов во многом подобны их эффектам у человека);

2. Биомодели второго порядка или альтернативные (различные гидробиоты, бактерии, культуры клеток, ферменты и др.);

3. Биомодели третьего порядка, представляют собой математические модели, описывающие биологические процессы;

4. Модели четвертого и более высоких порядков используют для описания взаимодействия неспаренных электронов, квантово-химических и волновых процессов, синглетных и триплетных отношений и т.п.

Как уже ранее отмечалось, основными направлениями использования животных для биомоделирования являются:

- поисковые научные исследования – изучение влияния различных факторов (в том числе лекарственных препаратов) на отдельные метаболические звенья при различных фазах патогенеза социально-значимых заболеваний;

- доклинические исследования (ДКИ) лекарственных средств (ЛС) – получение научными методами оценок доказательств

эффективности и безопасности ЛС на основе химических, физических, биологических, микробиологических, фармакологических и токсикологических экспериментов [5].

Согласно требованиям отбора модельных организмов для лабораторных исследований по правилам надлежащей лабораторной практики (GLP – Good laboratory practice), определяются следующие основные критерии:

- животные легко растут в лабораторных условиях;
- быстро размножаются;
- доступны, что позволяет легко собирать коллекции мутантов с характерными свойствами;
- позволяют идентифицировать геном.

Стандартизация лабораторных животных включает в себя следующую классификацию лабораторных животных:

- категория 1: конвенциональные животные, т.е. содержащиеся в открытой системе;
- категория 2: улучшенные конвенциональные животные, содержащиеся в барьерной системе неполного типа. Исходными животными этой категории могут быть только животные более высокого класса качества (Specific Pathogen Free – SPF);
- категория 3: SPF-животные, содержащиеся в строгой барьерной системе;
- категории 4 и 5: гнотобиоты или безмикробные животные, содержащиеся в изоляторах.

К основным задачам современной биомедицины относятся профилактика и лечение различных заболеваний человека. Незаменимыми помощниками ученых в их решении являются лабораторные животные, в первую очередь – грызуны. Применять мышей и крыс в научных исследованиях стали относительно недавно, но к настоящему моменту они самые востребованные объекты для систематических исследований [2, 6].

Для решения конкретных задач было выведено большое количество линий и сублиний лабораторных мышей и крыс. Так,

например, были получены крысы со спонтанной гипертонией (линия SHR), крысы-эпилептики, отличающиеся повышенной возбудимостью нервной системы и слабой активностью тормозных нейронов, несколько линий мышей, у которых развивается ожирение и/или диабет (линии NZO, PVB, KK, AY) и т.п.

Существует несколько путей получения определенных линий лабораторных животных:

1. Аутбридинг. Аутбридинг – метод разведения животных посредством скрещивания неродственных организмов, в том числе и принадлежащих к разным линиям/породам и даже видам. Потомков такого типа скрещивания называют гибридами, они превосходят по ряду признаков обе родительские формы – это явление носит название гибридной мощности или гетерозиса. Основным следствием аутбридинга является скрытие рецессивных признаков за счет перехода их в гетерозиготное состояние. Примеры использования аутбредных линий крыс Wistar: токсикология, фармакология, онкология. Использование аутбредных линий животных позволяет максимально унифицировать научные исследования, поскольку для проведения большинства биомедицинских и доклинических исследований может быть использована одна и та же линия.

2. Инбридинг. Исследования с использованием аутбредных линий продолжались вплоть до 1930-х годов, когда стало понятно, что данные линии животных не универсальны для всех экспериментов, так как при постановке опыта с использованием биологической тест-системы важно, чтобы животные были генетически однородными. В связи с этим ученые прибегают к инбридингу – близкородственному скрещиванию. Инбредные животные гомозиготны и генетически однородны, что обеспечивает получение полноценных воспроизводимых результатов и возможность их повторения в любой лаборатории. Генетическая однородность позволяет расходовать меньшее число животных для получения доказательных

результатов. В инбредных линиях генетическая однородность, или гомозиготность, животных сохраняется постоянным спариванием родных братьев и сестер в племенном ядре линии.

3. Трансгенные животные. Трансгенные формы несут сегмент чужой ДНК, который введен в геном путем гомологичной рекомбинации, вставкой инфекционным агентом – ретровирусным вектором или негомологичной вставкой (микроинъекцией в пронуклеус).

4. Нокаутные животные. Секвенирование генома мыши в 2002 г. расширило возможности исследователей. Манипуляции с генами позволяют получить «нокаутных» животных. На моделях трансгенных и «нокаутных» животных было показано, что развитие опухоли может быть результатом мутации в генах, играющих ключевую роль в регуляции пролиферации и дифференцировки клеток. Нокаутные формы получают микроинъекцией генетически измененных эмбриональных стволовых клеток в бластоцисту хозяина. Разрушение, замещение или удвоение гена в стволовых клетках производят путем гомологичной рекомбинации между экзогенной ДНК и эндогенным геном (например, блокированием работы целевого гена встройкой гена резистентности к неомицину).

5. Коизогенные животные. Коизогенными (или конгенными) называют генетически идентичные линии, различающиеся только по одному локусу. Истинная коизогенность возможна только в случае единичной мутации в инбредной линии. Изогенное состояние достигается путем введения гена одной линии на генетическую основу другой линии. Конгенные линии, которые отличаются друг от друга по локусу тканевой совместимости и, следовательно, взаимно резистентны к трансплантату ткани друг друга, называются конгенно-резистентными линиями (КР), а пара таких линий – КР-парой.

6. Рандомбредные животные. Неинбредные, нелинейные животные закрытых колоний размножаются по определенной, в

большинстве случаев – ротационной системе, обеспечивающей рандомизацию скрещиваний. Каждая такая колония характеризуется определенными частотами генов и генотипов, животные гетерозиготны по неопределенному числу генов, и поэтому сама колония и каждая выборка из нее генетически гетерогенны. Животные этой категории фенотипически менее однородны, чем гибриды. Необходимым условием сохранения биологических особенностей нелинейных животных и воспроизводимости результатов экспериментов является поддержание гетерозиготности при сохранении стабильности генетической структуры колонии.

7. Стандартные животные. Животные из закрытых колоний, размножаемые по ротационной системе на протяжении не менее 4 поколений при потере гетерозиготности менее 1% на поколение, принято считать стандартными.

В биомедицинских исследованиях следует применять аутбредные линии животных строго только первого поколения (F1). Так, например, при изучении зависимости массы тела от возраста было показано, что для половины линий крыс (самцов и самок) рост массы тела, указанный в источниках из исследовательских работ и из питомников, не совпадает (статистически значимо или в виде отчетливых тенденций), причем расхождение может начинаться или с некоторого момента (свойственно для линий Wistar Hannover, Sprague Dawley), или практически сразу после рождения животного (свойственно для линий Lewis, LongEvans). Обнаруженный феномен имеет значение для выбора объекта исследования. Отличия в возрасте при одной и той же массе животных в эксперименте и в питомниках могут приводить к ошибкам. То же самое касается биохимических и других показателей [7, 8].

Одной из основных проблем биомоделирования – это поддержание чистоты линии лабораторных животных. Каковы же методы и способы оценки чистоты линии животных с биомоделями, в том

числе генно-модифицированных нарушений?

Для поддержания чистоты линии необходимо достаточно регулярно проводить мониторинг животных и строго соблюдать методику разведения. Весь персонал, работающий с инбредными штаммами, должен быть хорошо подготовлен, т.е. быть высококвалифицированным.

Первые признаки нарушения чистоты линии можно отследить по 2 параметрам: плодовитость и поведение. Резкие изменения могут быть вызваны влиянием генетики или окружающей среды, в любом случае при наличии изменений требуется выяснение их причин.

Плодовитость необходимо регулярно отслеживать при воспроизведении животных для наиболее эффективного управления колонией. Внезапный рост плодовитости линейных животных может быть вызван гибридной мощностью, что не свойственно для инбредных животных.

Необходимо тщательно изучать поведение животных. Большинство линий обладает спокойным темпераментом, в то время как гибриды F1 бывают более активными и нервными. Изменения в темпераменте животных должны стать поводом для тщательного исследования с применением различных методов оценки чистоты линии, например, трансплантации кожи.

Не вызывает сомнения факт, что генетическое заражение нарушает чистоту линии и приводит к искажению результатов экспериментов. Нарушение чистоты линии возможно в результате отдельных мутаций, а также случайного участия в процессе разведения производителя из другой линии. Опасность генетической контаминации особенно велика, когда в одном помещении содержатся несколько линий с одинаковой окраской шерсти [9, 10].

Генетический контроль не может предотвратить нарушения чистоты линий, однако он очень важен для обеспечения качества лабораторных животных. Генетический контроль в зависимости от

количества исследуемых маркеров может быть разделен на следующие 3 категории:

1. Одним из важных аспектов биомоделирования является характеристика линии. Данная процедура проводится для подтверждения генотипа инбредных линий и для создания генотипа новых линий путем проверки большого числа локусов – маркеров. В соответствии с биологическими функциями маркеры делятся на 6 групп: биохимические, морфологические, иммуногенетические, молекулярные генетические, фармакогенетические и цитогенетические. Наиболее подходящие с точки зрения точности, простоты исполнения, эффективности и экономичности – маркеры биохимической и иммуногенетической групп, поскольку количество локусов в них известно лучше, чем в других маркерах, и их обнаружение проще осуществить.

2. Мониторинг I. Проводится с целью периодического подтверждения генетического профиля линии, воспроизводимой в питомнике.

3. Мониторинг II. Проводится для подтверждения частных подгрупп, которые могут быть охарактеризованы минимальным набором маркеров, позволяющих выделять данную группу животных в обособленную линию. Так, например, 5 наиболее часто встречающихся инбредных линий (AKR, C3H/He, DBA/2, BALB/c и C57BL/6) можно распознать, используя 4 биохимических маркера (Hbb, Car-2, Gpi-1, Idh-1).

После внедрения каждая линия должна проходить характеристику с целью подтверждения генотипа. Затем, если линия соответствует ожидаемым характеристикам, она с определенной периодичностью подвергается Мониторингу I. Через несколько лет повторяют процедуру характеристики. По необходимости проводят Мониторинг II.

Помимо исследования маркеров есть иные способы проверить чистоту линии лабораторных животных.

Реципрокная изотрансплантация кожи позволяет контролировать гомозиготность

по большому количеству генов, поскольку тканевая совместимость – полигенный признак. Этот прием позволяет выявить очень слабые генетические различия между животными одной линии, обусловленные остаточной гетерозиготностью или спонтанными мутациями. Метод достаточно прост технически и не требует больших материальных затрат. Мышей и крыс для контроля отбирают в возрасте 25-30 дней. Трансплантация осуществляется на 2-, 3-месячных мышах и 3-, 3,5-месячных крысах, но не раньше 6-недельного возраста [10].

Массовый SNV (single nucleotide variant, единичные нуклеотидные варианты) анализ позволяет дифференцировать особей и линии. Он заключается в поиске отличий в последовательности ДНК размером в один нуклеотид (А, Т, G или С) в геноме. Однако данный метод недостаточно хорошо охарактеризован, часто возникают сложности разделения и ошибки секвенирования [10].

Полногеномное или полноэкзомное секвенирование позволяет сравнивать между собой геномы отдельных особей. Но в настоящее время данный метод является дорогостоящим, в связи с чем применение его в рутинных исследованиях нецелесообразно [11].

Использование микросателлитов в качестве ДНК-маркеров – самый популярный на сегодняшний день метод генетического мониторинга.

Микросателлиты – это короткие tandemные повторы, состоящие из 2-6 пар нуклеотидов. Они характеризуются стабильным наследованием, в связи с чем они чрезвычайно консервативны от одной генерации к другой, отличаются уникальностью для индивидуума, полной идентичностью для всех клеток одного и того же индивидуума, высокой степенью полиморфности среди разных линий.

Таким образом, микросателлитные последовательности широко применяются для персональной идентификации, в популяционной генетике и для построения филогенетических связей в систематике.

Существует несколько путей анализа микросателлитов. Все они основаны на использовании метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) с праймерами, комплементарными либо непосредственно микросателлитным последовательностям, либо участкам между ними. Кроме того, становится популярным метод мультиплексной ПЦР. В этом случае используется более 1 пары олигонуклеотидных праймеров. При этом контроль осуществляется сразу по нескольким ДНК-маркерам [12].

Таким образом, решающую роль в ускорении биомедицинских технологий сыграл ПЦР, позволяющий с помощью специфичных праймеров и термостабильной ДНК-полимеразы многократно воспроизводить интересующий ген в приборе-амплификаторе, а затем идентифицировать его различными методами – чаще всего с помощью электрофореза.

Преимуществом данного метода является то, что оценку чистоты линии можно проводить на любом этапе доклинического исследования или до него в кратчайшие сроки [13].

Если в процессе экспериментов произошло случайное скрещивание с животными другого генотипа, восстановить гомозиготность линии, сохранив исходный генотип, практически невозможно. Такие животные подлежат уничтожению.

Таким образом, несмотря на кажущуюся простоту использования лабораторных грызунов, следует учитывать их генетические и физиологические особенности при постановке экспериментов, поскольку от выбора вида и линии зависит не только конечный результат, но и его воспроизводимость. Генетическая составляющая популяции имеет сложное строение, и для сохранения чистоты линий и подтверждения их генетического статуса повсеместно используется генетический мониторинг популяций и линий экспериментальных животных. Генетический мониторинг может включать в себя как дорогостоящее полногеномное секвенирование или

характеризацию по значительному списку специфических маркеров, так и менее затратные методы оценки, включающие в себя реципрокную изотрансплантацию кожи или ПЦР-анализ.

Наиболее распространенный метод – использование микросателлитов в качестве ДНК-маркеров, их преимуществом является то, что оценку чистоты линии можно проводить в кратчайшие сроки на любом этапе доклинического исследования [14]. Термин «сток» (англ. – “stock”) означает закрытые колонии (популяции) лабораторных животных, размножаемых любым способом, кроме инбридинга.

Фармакогенетика и персонализированная медицина – это те направления, по которым, в основном, проводятся биомедицинские поисковые исследования на генетических биомоделях.

В настоящее время, возможность получения генетической информации позволяет внедрить персонализированную медицину в практику. Полученные данные после проведенных генетических исследований показали, что некоторые лекарственные средства, при определенных условиях, более эффективны для одних пациентов и неэффективны, а иногда даже опасны для других. Развитие фармакологии на стыке с сопутствующими научными исследованиями прогрессировало и в отношении комплексного изучения генетических факторов в формировании ответа на введенное лекарственное вещество, что привело к развитию нового направления в фармакологии – фармакогенетики, связанной с выявлением изменений (полиморфизмов) в генах, кодирующих белки, ответственных за фармакокинетику или фармакодинамику лекарственных средств [15].

Полученная генетическая информация, в том числе и по полиморфизму определенного гена, позволяет врачу персонализированно выбрать как само лекарство, так и дозу для конкретного больного, обеспечивая максимальную эффективность и безопасность препарата.

Существуют два основных метода получения информации, способствующей индивидуализации лечения:

- изучение экспрессии гена, кодирующего тот или иной белок;
- определение содержания и/или характеристик самого белка.

Также выявлена ассоциация полиморфизма определенного аллеля, например гена FTO (взаимосвязи жировой массы и ожирения – fat mass and obesity associated), с метаболическими нарушениями у пациентов с уже имеющимся ожирением в популяционной выборке. Наличие определенного полиморфизма генотипа гена FTO предопределяет эффективность реабилитационного воздействия – снижение массы тела у пациентов с данными метаболическими нарушениями [16].

Все это свидетельствует о перспективности оценки полиморфизма определенного гена для прогнозирования эффективности реабилитационных мероприятий.

Профиль фармакогеномики достаточно предиктивен в отношении реакции на введенные лекарственные средства, и это может быть использовано для прогнозирования вероятных побочных эффектов и эффективности лечения у индивидуума еще до введения лекарственных средств, а также для выявления тех пациентов, которые тщательнее должны быть обследованы, для убеждения в достижении терапевтического уровня воздействия. Например, изменчивость в ответ на терапию антиаритмического препарата, как и изменчивость в ответ на другие формы фармакологической терапии, могут быть связаны с регулируемым распределением препарата.

Так, нарушение функции CYP2D6, который кодирует печеночный цитохром P450, ответственный за метаболизм приблизительно у 25% клинически используемых лекарственных средств, достаточно распространен. Особенно это касается медленных метаболизаторов [17].

Генетические тесты для индивидуального подбора препаратов и их дозировок

весьма востребованы в области ранней диагностики и лечения заболеваний. В настоящее время разработано более 2000 тестов, и количество их экспоненциально растет [18].

Подавляющее большинство тестов относятся к онкологии и кардиологии. Тесты позволяют оценивать пресимптомные риски того или иного медикаментозного вмешательства (например, увеличение Q-T интервала), способствовать правильному диагнозу и прогнозу исхода заболевания и, разумеется, оптимизировать лечение выявленной патологии [19].

Тесты, в которых выявляются аллельные варианты CYP2C9*2 и CYP2C9*3 гена, кодирующего изоформу CYP2C9 цитохрома P450, используются для прогнозирования кровотечений при применении варфарина. Генотипирование в данном случае необходимо для предсказания нестабильной антикоагуляции и риска развития кровотечения, зависящих от активности генов CYP2C9 и VKORC1, кодирующих 2,3-эпоксидредуктазу (витамин К). Влияние полиморфизма по VKORC1 в 35% случаев

значительно выше, чем по CYP2C9. Так показано, что полиморфизм этих генов определяет около 60% случаев варьирования терапевтического эффекта варфарина [20].

Актуальной проблемой является моделирование патологий, связанных с множественными точечными мутациями в связи с полиморфизмом клинических проявлений, например, MELAS-синдром, относящийся к прогрессирующим митохондриальным заболеваниям и включающий в себя митохондриальную энцефаломиопатию, лактатацидоз, инсультоподобные эпизоды, которые могут сочетаться с поражением эндокринных желез (щитовидной, околощитовидных и поджелудочной желез) [21].

Заключение. Методология экспериментальных работ на генетических биомоделях зависит от типа генетической патологии, выбора вида животного, например, лабораторные мыши и крысы, оценки чистоты линии животных и диагностики патологических нарушений, связанных с генетическими модификациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каркищенко, Н. Н. Альтернативы биомедицины. Том 1. Основы биомедицины и фармакомоделирования / Н. Н. Каркищенко. – М.: Изд-во ВПК, 2007. – 320 с.
2. Семакова, А. П. Современный подход к оценке качества лабораторных животных, используемых в экспериментальных целях / А. П. Семакова, В. Г. Германчук, Н. Ю. Шавина // Здоровье населения и среда обитания. – ЗНиСО. – 2021. – № 2. – С. 84-90. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-332-2-84-90>
3. Болотских, Л. А. Разработка и использование гнотобиологических методов в лабораторном животноводстве / Л. А. Болотских, Г. И. Подопригора. – В сб.: Актуальные вопросы стандартизации лабораторных животных для медико-биологических исследований. – М, 1987. – 23 с.
4. Болотских, Л. А. Внедрение гнотобиотехнологии для создания лабораторных животных СПФ-статуса / Л. А. Болотских, Н. Н. Каркищенко, И. Ю. Егорова // Биомедицина. – 2011. – № 3. – С. 53-56.
5. Коробейникова, Е. П. Лабораторные животные – биомодели и тест системы в фундаментальных и доклинических исследованиях в соответствии со стандартами надлежащей лабораторной практики (НЛП/GLP) / Е. П. Коробейникова, Е. Ф. Комарова // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2016. – № 1. – С. 30-36.
6. Опыт организации и проведения экспериментальных исследований в ФБГУ «НМИЦ ТИО имени акад. В.И. Шумакова» / М.Ю. Шагидулин, Е.А. Волкова, С.Т. Метельский, В.И. Севастьянов // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2017. – № 19(4). – С. 104-112. DOI: <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2017-4-104-112>
7. Основные подходы к обеспечению качества биологических тест-систем в исследованиях GLP-статуса / М.А. Зайцева, Е.Г. Потапенко, Т.В. Кашина, А.Б. Верведа // Лабораторные животные для научных исследований. – 2020. – № 2. DOI: <https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-02-03>.

8. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / под ред. Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачева. – М.: Профиль 2С, 2010. – С. 88-101.
9. Origins of albino and hooded rats: implications from molecular genetic analysis across modern laboratory rat strains / Kuramoto T., Nakanishi S., Ochiai M.[et al] // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0043059.
10. Зависимость массы тела от возраста для беспородных белых и восьми линий лабораторных крыс: синтетические исследования данных из экспериментальных работ и питомников в аспекте связи с радиочувствительностью. Некоторые характеристики вида «крыса» / Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С. [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2018. – Т. 63(2). – С. 15-17. DOI: 10.12737/article_5ac6190e95da25.42157674.
11. Гайдай, Е. А. Генетическое разнообразие экспериментальных мышей и крыс: история возникновения, способы получения и контроля / Е. А. Гайдай, Д. С. Гайдай // Лабораторные животные для научных исследований. – 2019. – № 4. DOI: <https://doi.org/10.29296/2618723X-2019-04-09>.
12. Мониторинг чистоты линий лабораторных мышей с использованием ДНК-маркеров / Букреев Ю. М., Кособокова Е. Н., Кардашова С.С. [и др.] // Российский биотерапевтический журнал. – 2017. – Т. 16. – № 3.
13. Каркищенко, Н. Н. Основы биомоделирования / Н. Н. Каркищенко. – М.: Изд-во ВПК, 2005. – 608 с.
14. Гудратов, Н. О. Линейные мыши: достоинства и недостатки / Н. О. Гудратов // Биомедицина. – 2004. – № 4. – С. 40-42.
15. Клиническая фармакогенетика / Д.А. Сычев, И.В. Игнатъев, Г.В. Раменская, В.Г. Кукуес. Под ред. В. Г. Кукуеса, Н. П. Бочкова. – М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2007. – 248 с.
16. Ассоциация rs9939609 полиморфизма гена FTO с метаболическим здоровьем у пациентов с ожирением в популяции жителей Санкт-Петербурга / Бояринова М. А., Ротарь О. П., Костарева А. А. [и др.] // Доктор. Ру. – 2018. – № 8(152). – С. 20-24. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-152-8-20-24.
17. Roden, D. M. Genomic medicine, precision medicine, personalized medicine what's in a name? / D. M. Roden, R. F. Tyndale // Clin Pharmacol Ther. – 2013. – № 94. – С. 169-172.
18. Mirnezami, R. Preparing for precision medicine / R. Mirnezami, J. Nicholson, A. Darzi // N. Engl. J. Med. – 2012. – № 366(6). – С. 489-491.
19. Offit, K. Personalized medicine: new genomics, old lessons / K. Offit // Hum Genet. – 2011. – № 130. – pp. 3-14.
20. Ofili, E. Conference Scene: The healthcare reform act, comparative effectiveness research and personalized medicine / E. Ofili, D. Sproles // Personalized Medicine. – 2011. – № 8(2). – pp. 133-135.
21. MELAS-синдром как необычная причина гипопаратиреоза: клиническое наблюдение / Умярова Д. Ш., Гребенникова Т. А., Зенкова Т. С. [и др.] // Остеопороз и остеопатии. – 2018. – № 21(3). – С. 30-35. DOI: <https://doi.org/10.14341/osteo10094>.

REFERENCES

1. Karkishchenko N.N. Alternatives of biomedicine. Volume 1. Fundamentals of biomedicine and pharmaceutical modeling. Moscow: Publishing House of the Military Industrial Complex, 2007. 320 p. (in Russ.)
2. Semakova A.P., Germanchuk V.G., Shavina N.Yu. Modern Approach to Assessing Quality of Laboratory Animals Used for Experimental Purposes. *Public Health and Life Environment – PH&LE*, 2021, no. 2, pp. 84-90. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-332-2-84-90>. (in Russ.)
3. Bolotskikh L.A., Podoprighora G.I. Development and use of gnotobiotic methods in laboratory animal breeding. From the collection: Topical Issues of Standardization of Laboratory Animals for Biomedical Research. Moscow, 1987. 23 p. (in Russ.)
4. Bolotskikh L.A., Karkishchenko N.N., Egorova I.Yu. Gnotobiotic introduction for creation of laboratory SPF-animals. *Biomedicine*, 2011, no. 3, pp. 53-56. (in Russ.)
5. Korobejnikova E.P., Komarova E.F. Laboratory animals – biomodels and test systems in fundamental and preclinical experiments according to the good laboratory practice (GLP) standards. *Journal of Fundamental Medicine and Biology*, 2016, no. 1, pp. 30-36. (in Russ.)
6. Shagidulin M.Yu., Volkova E.A., Metelskij S.T., Sevast'yanov V.I. Experience of organizing and management of experimental researches on animals in V.I. Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs. *Russian Journal of Transplantology and Artificial*

- Organs*, 2017, no. 19(4), pp. 104-112. DOI: <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2017-4-104-112>. (in Russ.)
7. Zajtseva M.A., Potapenko E.G., Kashina T.V., Verveda A.B. Basic approaches to quality assurance of biological test systems in GLP-studies. *Laboratory Animals for Science*, 2020, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.29296/2618723X-2020-02-03>. (in Russ.)
8. Guidelines on laboratory animals and alternative models in biomedical research. Ed. by N.N. Karkishchenko, S.V. Gracheva. Moscow: Profil' 2С, 2010. pp. 88-101. (in Russ.)
9. Kuramoto T., Nakanishi S., Ochiai M., Nakagama H., Voigt B., Serikawa T. Origins of albino and hooded rats: implications from molecular genetic analysis across modern laboratory rat strains. *PLoS ONE*, 2012, vol. 7(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0043059.
10. Koterov A.N., Ushenkova L.N., Zubenkova E.S., Vainson A.A., Biryukov A.P., Samoilov A.S. Dependence of body mass on age for mongrel white and eight lines of laboratory rats: synthetic studies of data from experimental works and nurseries in the aspect of communication with radiosensitivity. Some characteristics of the "rat" species. *Medical Radiology and Radiation Safety*, 2018, vol.63, no. 2, pp. 15-17. DOI: 10.12737/article_5ac6190e95da25.42157674. (in Russ.)
11. Gajdaj E.A., Gajdaj D.S. Genetic variety of laboratory mice and rats: history of occurrence, methods of obtaining and control. *Laboratory Animals for Science*, 2019, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.29296/2618723X-2019-04-09>. (in Russ.)
12. Bukreev Yu. M., Kosobokova E. N., Kardashova S. S., Pinyugina M. V., Kosorukov V. S. DNA-markers for genetic monitoring of laboratory mouse. *Russian Journal of Biotherapy*, 2017, 3, vol.16. (in Russ.)
13. Karkishchenko N.N. Fundamentals of biomodeling. Moscow: Publishing House of the Military Industrial Complex, 2005. 608 p. (in Russ.)
14. Gudratov N.O. Linear mice: pros and cons. *Biomedicine*, 2004, no. 4, pp. 40-42. (in Russ.)
15. Sychev D.A., Ignat'ev I.V., Ramenskaya G.V., Kukes V.G. Clinical pharmacogenetics. Ed. by V.G. Kukes, N.P. Bochkov. Moscow: GEOTAR-MEDIA, 2007. 248 p. (in Russ.)
16. Boyarinova M.A., Rotar O.P., Kostareva A.A., Khromova N.V., Vasil'eva E.Yu., Solntsev V.N., Baranova E.I., Konradi A.O. Association between the FTO Gene rs9939609 Polymorphism and Metabolic Health in Obese Patients Living in St. Petersburg. *Doctor. Ru*, 2018, no. 8(152), pp. 20-24. DOI: 10.31550/1727-2378-2018-152-8-20-24.
17. Roden D.M., Tyndale R.F. Genomic medicine, precision medicine, personalized medicine what's in a name? *Clin Pharmacol Ther*, 2013, no. 94, pp. 169-172.
18. Mirnezami R., Nicholson J., Darzi A. Preparing for precision medicine. *N. Engl. J. Med*, 2012, no. 366(6), pp. 489-491.
19. Offit K. Personalized medicine: new genomics, old lessons. *Hum Genet*, 2011, no. 130, pp. 3-14.
20. Ofili E., Sproles D. Conference Scene: The healthcare reform act, comparative effectiveness research and personalized medicine. *Personalized Medicine*, 2011, no. 8(2), pp. 133-135.
21. Umarova D.Sh., Grebennikova T.A., Zenkova T.S., Sorokina E.L., Belaya J.E. MELAS syndrome, an unusual cause of hypoparathyroidism: clinical case. *Osteoporosis and bone diseases*, 2018, no. 21(3), pp. 30-35. DOI: <https://doi.org/10.14341/oste010094>. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Виктория Вячеславовна Козлова – кандидат фармацевтических наук, заведующая отдела изучения физических факторов, ПНИИК ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в г. Пятигорске, e-mail: OIMDFF@bk.ru.

Валентина Федоровна Репс – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела изучения физических факторов, ПНИИК ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в г. Пятигорске, e-mail: v.reps@mail.ru.

Людмила Александровна Пигунова – научный сотрудник отдела изучения физических факторов, ПНИИК ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в г. Пятигорске, e-mail: OIMDFF@bk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Victoria Vyacheslavovna Kozlova – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Head of the Department of Physical Factor Study, Pyatigorsk Research Institute of Balneology – Branch of the Federal State Budgetary Institution “North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” in Pyatigorsk, e-mail: OIMDFF@bk.ru.

Valentina Fedorovna Reps – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Physical Factor Study, Pyatigorsk Research Institute of Balneology – Branch of the Federal State Budgetary Institution “North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” in Pyatigorsk, e-mail: v.reps@mail.ru.

Lyudmila Aleksandrovna Pigunova – Researcher of the Department of Physical Factor Study, Pyatigorsk Research Institute of Balneology – Branch of the Federal State Budgetary Institution “North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency” in Pyatigorsk, e-mail: OIMDFF@bk.ru.

Для цитирования: Козлова, В. В. Методология экспериментальных исследований на генетических биомоделях / В. В. Козлова, В. Ф. Репс, Л. А. Пигунова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_9

For citation: Kozlova V.V., Reps V.F., Pigunova L.A. Method of experimental studies on genetic biomodels. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_9

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_10
УДК: 796:61

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_10
UDC: 796:61

ПОКАЗАТЕЛИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ МАЛЬЧИКОВ 9-11 ЛЕТ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

К.С. Конькова, В.З. Коньков, О.А. Мальков

БУ ВО «Сургутский государственный педагогический университет», г. Сургут, Россия

Аннотация. Цель исследования: проанализировать и сравнить некоторые показатели внешнего дыхания лыжников-гонщиков и школьников, не занимающихся спортом, в возрасте 9-11 лет, жителей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. В исследовании приняли участие 121 человек, которые были разделены на группы: мальчиков 9 (n=15), 10 (n=19) и 11 (n=23) лет, занимающиеся лыжными гонками 1, 2, и 3 года соответственно (лыжники-гонщики) и мальчиков 9 (n=22), 10 (n=19) и 11 (n=23) лет, не занимающихся спортом. Максимальное увеличение жизненной емкости легких у обследованных групп совпадало с увеличением длины тела (в 11 лет у лыжников-гонщиков – 0,27 л; в 10 лет у мальчиков, не занимающихся спортом – 0,32 л). У лыжников-гонщиков с возрастом и увеличением спортивного стажа наблюдалось увеличение резервных возможностей и «экономизация» работы аппарата внешнего дыхания. Во всех обследованных группах зафиксирована гипервентиляция легких в состоянии покоя, и выявлены признаки наличия рестриктивных нарушений. У лыжников-гонщиков, как и у мальчиков, не занимающихся спортом, к 11 годам установлены некоторые отличия в механике дыхания: лыжники-гонщики в 11 лет характеризовались более высокими показателями резервного объема вдоха, но низкими значениями дыхательного объема и резервного объема выдоха, в то время как у группы сравнения наблюдалась обратная картина. Занятия лыжными гонками в экстремальных условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры способствуют формированию специфических адаптивных реакций системы внешнего дыхания уже на начальном этапе спортивной подготовки (в 9-11 лет).

Ключевые слова: внешнее дыхание, лыжные гонки, школьники, мальчики, спортсмены, младший школьный возраст, жители Югры, север.

EXTERNAL RESPIRATION INDICATORS OF BOYS AGED 9-11 YEARS WITH DIFFERENT LEVELS OF MOTOR ACTIVITY LIVING IN THE CONDITIONS OF THE NORTH

K.S. Kon'kova, V.Z. Kon'kov, O.A. Mal'kov

Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia

Annotation. The aim of the study was to analyze and compare some external respiration indicators of ski racers and schoolchildren not engaged in sports aged 9-11 years, residents of Yugra. The study involved 121 people who were divided into following groups: boys, 9 (n=15), 10 (n=19) and 11 (n=23) years old, engaged in ski racing for 1, 2 and 3 years (ski racers); boys, 9 (n=22), 10 (n=19) and 11 (n=23) years old, not engaged in sports. According to our data, it was found that the maximum increase in vital capacity in the examined groups coincided with an increase in body length (at 11 years for ski racers – 0.27 liters; at 10 years for boys not engaged in sports – 0.32 liters). With age and with an increase in sports experience, ski racers demonstrated an increase in reserve capabilities and “economization” of the work of the external respiration system. In all the examined groups, lung hyperventilation at rest was recorded and signs of restrictive disorders were revealed. By the age of 11, ski racers and those not engaged in sports revealed some differences in respiratory mechanics: at the age of 11, ski racers were characterized by higher rates of inspiratory reserve volume but low values of respiratory volume and expiratory reserve volume, while in the comparison group, the opposite was observed. Ski racing in the extreme conditions of the Khanty-Mansijsk Autonomous Okrug – Yugra promotes the formation

of specific adaptive reactions of the external respiration system at the initial stage of sports training (at the age of 9-11 years).

Keywords: external respiration, ski racing, schoolchildren, boys, athletes, primary school age, residents of Yugra, north.

Введение. Известно, что климат Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО-Югры) характеризуется, в основном, преобладанием низких температур в годичном цикле, быстрой изменчивостью погоды, высокой скоростью ветра, резкими перепадами барометрического давления, температуры и влажности атмосферного воздуха, магнитными возмущениями. Проживание в таких экстремальных климатических условиях неизбежно сопровождается напряжением адаптационных механизмов организма человека [1-5].

Доказано благотворное влияние умеренных физических нагрузок на функциональное состояние дыхательной системы, которое проявляется в возрастании силы и выносливости дыхательной мускулатуры, увеличении размера легких и глубины дыхания с одновременным уменьшением частоты дыхательных движений. Все эти изменения существенно улучшают процессы газообмена в легких и более полно обеспечивают потребности организма в кислороде. Однако, помимо положительного влияния на здоровье спортсмена, высокоинтенсивные физические нагрузки могут оказывать отрицательное влияние на функциональное состояние и быть причиной различных заболеваний и травм [6-8].

Детский организм – это сложная саморегулирующаяся система, развитие которой определяется как заложенной в него генетической программой, так и воздействием факторов внешней среды. Рост и развитие организма детей происходят неравномерно. Период младшего школьного возраста характеризуется интенсивно протекающими морфологическими и функциональными изменениями в системах организма [9], в связи с чем данный возраст является наиболее чувствительным к предъявляемым им нагрузкам.

Таким образом, принимая во внимание вышеизложенные сведения, не вызывает

сомнения, что проблема адаптации растущего организма к физическим нагрузкам в специфических климатических условиях ХМАО-Югры является актуальной, поскольку на организм юных спортсменов зимних видов спорта, помимо высоких физических нагрузок, действует целый комплекс негативных факторов внешней среды.

Цель исследования: сравнительная оценка некоторых показателей внешнего дыхания лыжников-гонщиков и школьников, не занимающихся спортом, в возрасте 9-11 лет, жителей ХМАО-Югры.

Методы и организация исследования. Исследование функционального состояния дыхательной системы мальчиков 9-11 лет, жителей ХМАО-Югры, проходило в конце тренировочного года (март-апрель) на базах медицинских кабинетов спортивной школы и образовательных учреждений Сургутского района. Всего обследовано 121 человек. Выделены группы мальчиков 9 (n=15), 10 (n=19) и 11 (n=23) лет, занимающиеся лыжными гонками 1, 2 и 3 года соответственно (лыжники-гонщики) и мальчиков 9 (n=22), 10 (n=19) и 11 (n=23) лет, не занимающихся спортом. Обязательным условием включения в исследование было добровольное письменное информированное согласие законных представителей ребенка. В исследование не включались школьники, которые в день обследования имели жалобы, хронические заболевания органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, освобождения от учебы, перенесшие какие-либо острые заболевания за последние 3 месяца перед исследованием.

Все измерения проводились в первой половине дня, в условиях температурного комфорта и с учетом биоритмологических рекомендаций. Запись спирограммы производили с помощью аппаратно-программного комплекса «Спиро-Спектр», который автоматически рассчитывал следующие показатели: жизненная ёмкость

легких (ЖЕЛ), резервные объемы вдоха (Ровд) и выдоха (Ровыд), дыхательный объем (ДО). Минутный объем дыхания (МОД) рассчитывали, как произведение ДО и частоты дыхательных движений (ЧДД).

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи программного продукта Statistica 10.0. Проверку на нормальность распределения производили с использованием критерия Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения переменных применялся параметрический метод для независимых выборок (t-критерий Стьюдента), и результаты представлялись в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD). При ненормальном распределении данных применяли непараметрический метод (Манна-Уитни) и представляли значения в виде медианы (Md), первого (Q1) и третьего (Q3) квартилей. Для всех приведенных анализов различия считались значимыми при уровне $p < 0,05$; $0,01$; $0,001$.

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из главных показателей, отражающим функциональные возможности дыхательной системы, является ЖЕЛ. Оценка показателей ЖЕЛ позволяет определить физиологический потенциал возможного прироста дыхательного объема. Анализ данного показателя представлен на рисунке 1. В связи с зависимостью ЖЕЛ от веса, роста и возраста, фактическая ее величина может быть правильно оценена только при сравнении с должными значениями. Во всех возрастных группах средние значения ЖЕЛ у лыжников-гонщиков и мальчиков, не занимающихся спортом, имели практически одинаковые значения и соответствовали физиологической норме (87-113% от должного уровня) [10]. В период с 9 до 11 лет ЖЕЛ у лыжников-гонщиков увеличилась на 20,55%, что составило 0,45 л ($p=0,001$), в группе мальчиков, не занимающихся спортом – на 24,64% – 0,51 л ($p=0,000$).

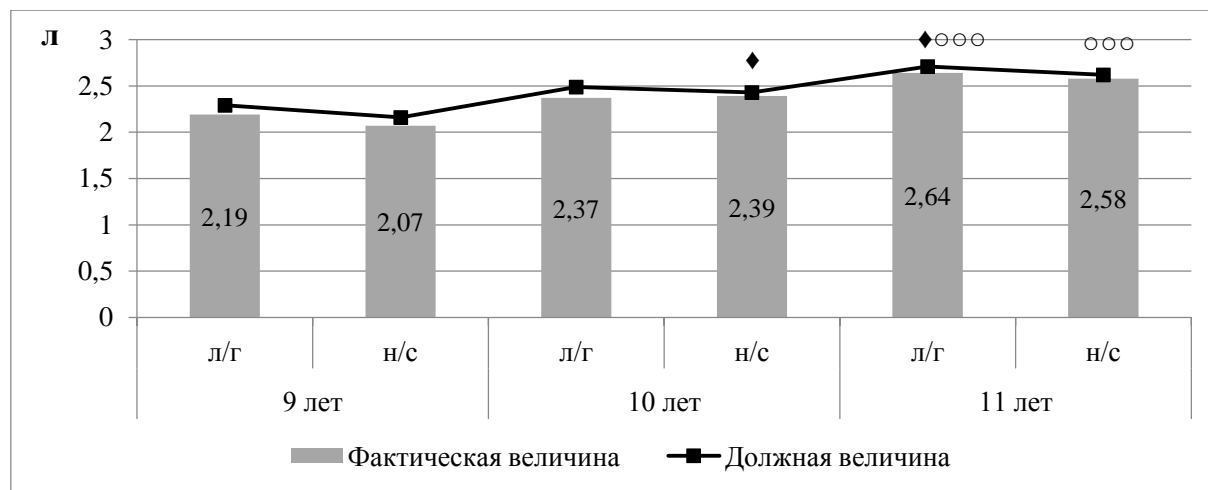


Рис. 1. Значения ЖЕЛ мальчиков 9-11 лет, уроженцев ХМАО-Югры

Примечание: л/г – лыжники-гонщики; н/с – мальчики, не занимающиеся спортом; достоверность различий по сравнению с предыдущей возрастной группой: \blacklozenge – $p < 0,05$; достоверность различий между группами мальчиков 9 и 11 лет: $\circ\circ\circ$ – $p < 0,001$

При обследовании детей ХМАО-Югры О.Г. Литовченко [3] установила, что наибольший прирост ЖЕЛ в данный возрастной период у мальчиков наблюдается с 9 до 10 лет (0,26 л). Однако ряд других авторов [1] отмечают, что наиболее высокий

темп прироста ЖЕЛ происходит в период с 10 до 11 лет и составляет 0,29 л. В наших исследованиях максимальный годовой прирост ЖЕЛ в группе лыжников-гонщиков был зафиксирован в период с 10 до 11 лет (0,27 л; $p=0,047$), в то время как у группы

сравнения несколько раньше, а именно с 9 до 10 лет (0,32л; $p=0,032$). В обеих группах увеличение ЖЕЛ в разные возрастные периоды, скорее всего, связано с аналогичной картиной в изменениях значений длины тела, что было выявлено нами в ранее проведенных исследованиях [11].

Резервный объем вдоха характеризует способность респираторной системы к увеличению количества вентилируемого воздуха [12], а резервный объем выдоха определяет степень постоянного растяжения легких. Статистически значимые различия по показателям резервных объемов устанавливались только к 11-годам. При этом у 11-летних лыжников-гонщиков значения РОвд были статистически значимо выше ($p=0,038$), чем в группе сравнения, а значения РОвыд, наоборот, ниже ($p=0,041$). В изучаемых нами группах медианы данных показателей изменялись прямо пропорционально возрасту.

У лыжников-гонщиков с 9 до 11 лет РОвд увеличился на 25,45% (0,28 л), РОвыд – на 43,18% (0,19 л). У мальчиков, не занимающихся спортом, аналогичные показатели с 9 до 11 лет увеличились на 17,71 % (0,17 л) и 22,03% (0,13 л, $p=0,002$) соответственно (табл.).

Дыхательный объем является весьма лабильным показателем и зависит не только от возраста и пола, но и от степени физической тренированности. Медианы ДО у лыжников-гонщиков во всех возрастных группах были ниже, чем в группах сравнения. В 9 лет данная разница составила всего 0,02 л, а к 11 годам увеличилась до 0,15 л. Во всех изучаемых группах наблюдалось превышение средних значений ДО возрастной нормы (0,23-0,26 л) более чем в 2 раза. А.Б. Гудков и О.Н. Попова [2] считают, что увеличение ДО у жителей Севера по сравнению с нормой, скорее всего, способствует увеличению количества функционирующих альвеол.

Таблица

Легочные объемы у мальчиков 9-11 лет, уроженцев ХМАО-Югры, Ме (Q_1-Q_3)

Показатели	Гр.	9 лет	10 лет	11 лет	Значимость различий		
					9-10	10-11	9-11
РОвд, л	л/Г	1,11 (1,01-1,25)	1,12 (0,96-1,38)	1,39 (1,11-1,81)	-	0,042	-
	н/с	0,96 (0,79-1,17)	1,02 (0,94-1,45)	1,13* (0,93-1,41)	-	-	-
РОвыд, л	л/Г	0,44 (0,39-0,61)	0,60 (0,49-0,78)	0,63 (0,44-0,79)	0,020	-	-
	н/с	0,59 (0,43-0,67)	0,56 (0,48-0,75)	0,72* (0,67-0,78)	-	0,028	0,002
ДО, л	л/Г	0,50 (0,36-0,64)	0,48 (0,40-0,57)	0,46 (0,39-0,62)	-	-	-
	н/с	0,52 (0,41-0,58)	0,54 (0,48-0,67)	0,61 (0,57-0,65)	-	-	0,017
МОД, л/мин	л/Г	9,35 (8,88-13,85)	10,58 (7,26-16,14)	9,66 (8,57-12,37)	-	-	-
	н/с	9,42 (7,37-14,21)	12,70 (10,26-14,47)	12,94 (9,82-18,30)	-	-	0,041

Примечание: л/Г – лыжники-гонщики; н/с – мальчики, не занимающиеся спортом; достоверность различий между лыжниками-гонщиками и мальчиками, не занимающихся спортом: * – $p<0,05$

В норме с возрастом ДО постепенно увеличивается. В наших исследованиях эта закономерность была характерна только для

мальчиков, не занимающихся спортом. При этом данное увеличение носило достоверный характер ($p=0,017$). У лыжников-

гонщиков с возрастом и увеличением спортивного стажа значения ДО практически не менялись. Данный факт, скорее всего, является адаптивной реакцией к систематическим физическим занятиям спортом и является результатом повышения резервных возможностей дыхательной системы и увеличения «экономизации» дыхания.

Кроме абсолютных значений легочных объемов большую значимость для диагностики нарушений дыхательной системы играют их величины относительно ЖЕЛ [13]. Анализ структуры ЖЕЛ представлен на рисунке 2.

Величина РОвд по отношению к ЖЕЛ в норме у детей 6-15 лет должна находиться в диапазоне 55-59% [13]. В наших

исследованиях во всех изучаемых группах данный показатель был ниже нормы и находился в пределах 48-54%, что может свидетельствовать о наличии признаков рестриктивных нарушений [13]. Величина РОвд по отношению к ЖЕЛ была в пределах нормы (24-29%) [13] в группах лыжников-гонщиков 10 лет и мальчиков, не занимающихся спортом, в возрасте 9-ти и 11-ти лет. В остальных группах медианы РОвд/ЖЕЛ были несколько ниже нормальных значений. Статистически значимые годовые изменения были зафиксированы только по показателю РОвд/ЖЕЛ: у лыжников-гонщиков в период с 9 до 10 лет ($p=0,030$), у мальчиков, не занимающихся спортом, с 10 до 11 лет ($p=0,042$).

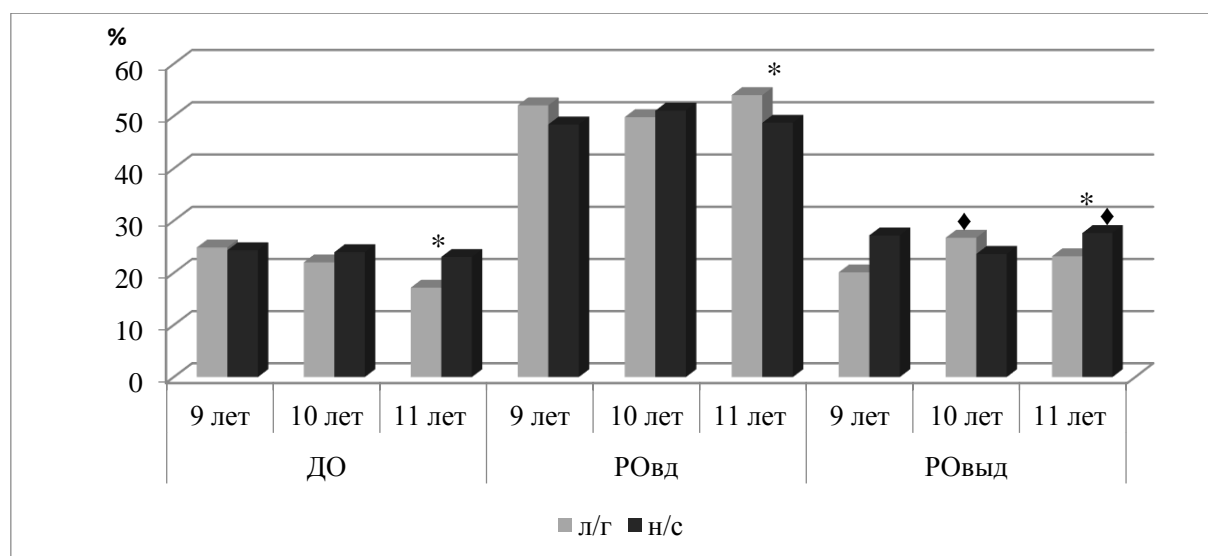


Рис. 2. Структура жизненной емкости легких мальчиков 9-11 лет, уроженцев ХМАО-Югры

Примечание: л/г – лыжники-гонщики; н/с – мальчики, не занимающиеся спортом; достоверность различий между лыжниками-гонщиками и мальчиками, не занимающимися спортом: * – $p<0,05$; достоверность различий по сравнению с предыдущей возрастной группой: ♦ – $p<0,05$

По данным В.Л. Баранова с соавт. [14] на долю ДО должно приходиться примерно 10-15% ЖЕЛ. В наших исследованиях во всех группах мальчиков это отношение было выше и находилось в пределах 17-25%. Относительные значения ДО (к ЖЕЛ) во всех изучаемых нами группах с возрастом

уменьшались. Однако у мальчиков, не занимающихся спортом, это снижение было минимальным и составило всего 1,28%, в то время как у лыжников-гонщиков значения ДО/ЖЕЛ снизились на 7,71%.

К 11 годам у групп лыжников-гонщиков и мальчиков, не занимающихся спортом,

отмечены особенности механики дыхания: лыжники-гонщики в 11 лет характеризовались более высокими показателями $\text{PO}_{\text{вд}}$, но низкими значениями DO и $\text{PO}_{\text{выд}}$, в то время как у группы сравнения наблюдалась обратная картина.

В процессе газообмена между организмом и атмосферным воздухом большое значение имеет вентиляция легких, обеспечивающая обновление состава альвеолярного газа. Количественным показателем общей вентиляции легких служит минутный объем дыхания. МОД в группах 9-летних мальчиков имел практически одинаковые значения, а в 10 и 11 лет у лыжников-гонщиков данный показатель был на 2 л/мин и 3 л/мин меньше, чем у групп сравнения соответственно. Во всех изучаемых группах МОД был значительно выше возрастной нормы [13] (табл.). По мнению А.Б. Гудкова и О.Н. Поповой [2], гипервентиляция в состоянии покоя у жителей северных регионов является важными приспособительным механизмом

внешнего дыхания в ответ на повышенную потребность организма в кислороде, который направлен на обеспечение усиленного тканевого метаболизма. С возрастом МОД у лыжников-гонщиков оставался примерно на одном уровне, в то время как у их сверстников, не занимающихся спортом, в период с 9 до 11 лет статистически значимо увеличился ($p=0,041$).

Заключение. Проведенная нами сравнительная оценка некоторых показателей внешнего дыхания лыжников-гонщиков и школьников, не занимающихся спортом, установила, что занятия лыжными гонками в экстремальных условиях ХМАО-Югры способствуют формированию специфических адаптивных реакций системы внешнего дыхания уже на начальном этапе спортивной подготовки (в 9-11 лет). У лыжников-гонщиков с возрастом и увеличением спортивного стажа наблюдалось более существенное увеличение резервных возможностей и «экономизация» работы аппарата внешнего дыхания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системный анализ состояния организма детей на этапах школьного онтогенеза / Вишневский В. А., Апокин В. В., Сердюков Д. В. [и др.] – М: Научно-издательский центр «Теория и практика физической культуры и спорта», 2010. – 367 с.
2. Гудков, А. Б. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере / А. Б. Гудков, О. Н. Попова. – Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. – 252 с.
3. Литовченко, О. Г. Некоторые параметры внешнего дыхания уроженцев Среднего Приобья 7-20 лет / О. Г. Литовченко // Экология человека. – 2009. – № 1. – С. 43-46.
4. Физическая география и экология региона / ред. В. И. Булатов, Б. П. Ткачев. – Ханты-Мансийск, 2006. – 189 с.
5. Daanen, H. A. M. Human whole body cold adaptation / H. A. M. Daanen, W. D. V. M. Lichtenbelt // Temperature. – 2016. – Vol. 3. – № 1. – pp. 104-118.
6. Варламова, Н. Г. Функция внешнего дыхания у лыжников-гонщиков в годовом цикле / Н. Г. Варламова // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции: Медико-биологические основы спортивной деятельности на Севере. – Сыктывкар, 2017. – С. 9-12.
7. Мавлиев, Ф. А. Кардиогемодинамика мальчиков 10 лет занимающихся хоккеем / Ф. А. Мавлиев, А. С. Самсыкин // Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: Поволжская ГАФКСиТ, 2012. – С. 157-159.
8. Training Load, Immune Status, and Clinical Outcomes in Young Athletes: A Controlled, Prospective, Longitudinal Study / K. Blume, N. Körber, D. Hoffmann, B. Wolfarth // Frontiers in physiology. – 2018. – № 9. DOI: 10.3389/fphys.2018.00120.
9. Койносов, А. П. Онтогенетические особенности показателей кардиореспираторной системы организма детей-северян / А. П. Койносов. – Ханты-Мансийск: ООО «Печатный мир г. Ханты-Мансийск», 2015. – 190 с.
10. Анохин, М. И. Компьютерная спирометрия у детей / М. И. Анохин. – М.: Бином, 2012. – 104 с.

11. Нифонтова, О. Л. Физическое развитие юных спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, в возрасте 9-11 лет, проживающих в условиях Югры / О. Л. Нифонтова, В. З. Коньков // Вестник Сургутского государственного университета. – 2018. – № 4(22). – С. 95-100.

12. Ярцев С. С. Основы функциональной диагностики внешнего дыхания. Эргоспирометрия: практическое руководство для врачей/ С. С. Ярцев. – М.: РУДН, 2015. – 236 с.

13. Воронцов, И. М. Пропедевтика детских болезней / И. М. Воронцов, А. В. Мазурин. – СПб: ООО «Издательство Фолиант», 2009. – 1008 с.

14. Исследование функции внешнего дыхания / В.Л. Баранов, И.Г. Куренкова, В.А. Казанцева, М.А. Харитоновна. – СПб.: Элби-СПб., 2002. – 302 с.

REFERENCES:

1. Vishnevskij V.A., Apokin V.V., Serdyukov D.V., Varin A.A., Zherebcov D.G. System analysis of the state of the organism of children at the stages of school ontogenesis. Moscow: Nauchno-izdatel'skij centr: "Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury i sporta", 2010, 367 p. (in Russ.)

2. Gudkov A.B., Popova O.N. External breath of a person in the European North: monograph. Arkhangel'sk: "Izdatel'stvo Severnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta", 2012, 252 p. (in Russ.)

3. Litovchenko O.G. Some parameters of external respiration of natives of the Middle Ob region of 7-20 years, *Human Ecology*, 2009, no 1, pp. 43-46. (in Russ)

4. Physical geography and ecology of the region. Ed. by V.I. Bulatov, B.P. Tkachev. Khanty-Mansijsk, 2006, 189 p. (in Russ.)

5. Daanen H.A.M., Lichtenbelt W.D.V.M. Human whole body cold adaptation. *Temperature*, 2016, no 3 (1), pp. 104-118.

6. Varlamova N.G. Respiratory function in ski racers in the annual cycle. Medical and Biological Foundations of Sports Activity in the North: Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Syktyvkar, 2017, pp. 9-12. (in Russ.)

7. Mavliev F.A., Samsykin A.S. Cardiohemodynamics of 10-year-old boys playing hockey. Physiological and Biochemical Foundations and Pedagogical Technologies of Adaptation to Physical Activities of Different Amounts: Materials of the Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Kazan, 2012, pp. 157-159. (in Russ.)

8. Blume K., Körber N., Hoffmann D., Wolfarth B. Training Load, Immune Status, and Clinical Outcomes in Young Athletes: A Controlled, Prospective, Longitudinal Study. *Frontiers in physiology*, 2018, no 9, DOI: 10.3389/fphys.2018.00120

9. Kojnosov A.P. Ontogenetic features of the indices of the cardiorespiratory system of the organism of northerners. Khanty-Mansiysk: ООО Pechatnyj mir goroda Hanty-Mansijsk, 2015, 190 p. (in Russ.)

10. Anokhin M.I. Computer spirometry in children. Moscow, 2012, 104 p. (in Russ.)

11. Nifontova O.L., Konkov V.Z. Physical development of young athletes and people who do not go in for sports, aged 9-11 years, living in the conditions of Ugra. *Bulletin of the Surgut State University*, 2018, no 4(22), pp. 95-100. (in Russ)

12. Yartsev S.S. Fundamentals of functional diagnostics of external respiration. Ergospirometry: a practical guide for doctors. Moscow, 2015, 236 p. (in Russ.)

13. Vorontsov I.M., Mazurin A.V. Propedeutics of childhood diseases. Saint Petersburg: ООО «Izdatel'stvo Foliant», 2009, 1008 p. (in Russ.)

14. Baranov V.L., Kurenkova I.G., Kazantseva V.A., Kharitonova M.A. Examination of respiratory function. Saint Petersburg, 2002, 302 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кристина Сергеевна Конькова – преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности, Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: KonkovaKS@yandex.ru.

Вячеслав Зуфарович Коньков – соискатель степени кандидата биологических наук, Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: skiugra@yandex.ru.

Олег Алексеевич Мальков – доктор медицинских наук, профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Биологические основы безопасности образовательного пространства», Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: docom@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Kristina Sergeevna Kon'kova – Lecturer of the Department of Biomedical Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: KonkovaKS@yandex.ru.

Vyacheslav Zufarovich Kon'kov – Candidate of Biological Sciences Degree Seeking Applicant, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: skiugra@yandex.ru.

Oleg Alekseevich Mal'kov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the research laboratory "Biological foundations of the safety of educational space", Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: docom@mail.ru.

Для цитирования: Конькова, К. С. Показатели внешнего дыхания мальчиков 9-11 лет с разным уровнем двигательной активности, проживающих в условиях севера / К. С. Конькова, В. З. Коньков, О. А. Мальков / Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_10

For citation: Kon'kova K.S., Kon'kov V.Z., Mal'kov O.A. Indicators of external respiration of boys aged 9-11 years with different levels of motor activity in the conditions of the north. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_10

Дата публикации: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_11
УДК 796.912; 793.3

Publication date: 01.06.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_11
UDC 796.912; 793.3

ПОСТУРАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ТАНЦОРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

И.Д. Коняев, Н.Н. Захарьева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», г. Москва, Россия

Аннотация. Проведено обследование 63 спортсменов, занимающихся спортивными танцами, на базе лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины РГУФКСМиТ (г. Москва). Цель исследования – определить показатели постуральной устойчивости и вегетативной регуляции артериального давления танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения. Все испытуемые были разделены на три группы: с низким, умеренным и высоким психоэмоциональным напряжением. Выявлены статистически значимые различия по данным стабилметрического тестирования и вегетативной регуляции систолического артериального давления испытуемых, в зависимости от принадлежности к одному из типов психоэмоционального напряжения.

Ключевые слова: спортивные танцы, психоэмоциональное напряжение, постуральная устойчивость, вариабельность ритма сердца.

POSTURAL STABILITY AND AUTONOMIC REGULATION OF BLOOD PRESSURE OF ELITE DANCERS WITH DIFFERENT LEVELS OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS

I.D. Konyaev, N.N. Zahar'eva

Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia

Annotation. A survey of 63 athletes engaged in sports dancing was conducted at the Laboratory of Sports Medicine of the Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism (Moscow). The aim of the study is to identify the indicators of postural stability and autonomic regulation of blood pressure of elite dancers with different levels of psychoemotional stress. All the subjects were divided into three groups: with low, moderate and high psychoemotional stress. Statistically significant differences were revealed according to the data of stabilometric testing and autonomic regulation of systolic blood pressure of the subjects, depending on belonging to one of the types of psychoemotional stress.

Keywords: sports dancing, psychoemotional stress, postural stability, heart rate variability.

Введение. Занятия бальными танцами начинают в раннем детстве, при этом в работе с юными танцорами большое значение имеет объективная оценка функционального состояния юных спортсменов, параметров, характеризующих адаптационные изменения организма при специфической физической нагрузке. Такие данные во многом определяют индивидуальный подход к подготовке спортсменов [1-3].

Высокоинтенсивные нагрузки в спорте высших достижений в сочетании с нервно-психическим напряжением часто приводят к развитию стресс-реакции, снижают работоспособность и могут приводить к недовосстановлению организма спортсменов или развитию переутомления [4]. В связи с этим, результативное выступление спортсменов требует не только правильного построения тренировочного процесса, но и грамотного

отношения к функциональному состоянию спортсменов. Одним из возможных вариантов качественной подготовки к соревнованиям является анализ физиологических механизмов развития стресс-реакции у спортсменов в избранном виде спорта. Зная характер адаптационных перестроек организма спортсмена при развитии стресс-реакции, необходимо формировать программы медико-биологической диагностики и коррекции функционального состояния спортсменов в годичном цикле тренировки [5-6].

В связи с вышеизложенным, существует необходимость изучения степени выраженности психоэмоционального напряжения у танцоров различной квалификации, в том числе и по данным, раскрывающим особенности работы регуляторных систем: вегетативного баланса по данным спиреоартериокардиоритмографии и постуральной устойчивости по данным стабилметрического обследования.

Цель исследования – определить показатели постуральной устойчивости и вегетативной регуляции артериального давления танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения.

Методы и организация исследования. Проведено обследование 63 спортсменов-танцоров высокой квалификации с сентября 2019 по декабрь 2021 года на базе лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ

(г. Москва). По результатам проведенного анкетирования все участники эксперимента относились к I-II группе здоровья, были проинформированы о проводимых методиках физиологического тестирования. От каждого испытуемого было получено письменное информированное добровольное согласие на участие в научном эксперименте. Средний возраст испытуемых составил $19,4 \pm 2,5$ лет, стаж занятиями спортивными танцами – $12,9 \pm 3,5$ лет. Спортсмены тренировались преимущественно в Москве и Московской области в среднем по $18,1 \pm 7,7$ часов в неделю.

Для определения личностного уровня психоэмоционального напряжения (ПЭН) испытуемые проходили компьютерный вариант теста Джанет Тейлор (Taylor Manifest Anxiety Scale – TMAS), по результатам которого были разделены на 3 группы. Первая группа (Gr1) – танцоры с низким психоэмоциональным напряжением ($n=23$), вторая группа (Gr2) – спортсмены с умеренным психоэмоциональным напряжением ($n=27$) и третья группа (Gr3) – танцоры с высоким ПЭН ($n=13$). Результат теста Тейлор одного из испытуемых находился на нижней границе очень высокого психоэмоционального напряжения, этот спортсмен был отнесен к третьей группе, с высоким уровнем ПЭН.

Все участники эксперимента являлись действующими спортсменами-танцорами, регулярно выступали на соревнованиях различного уровня и имели высокую спортивную квалификацию от I взрослого разряда до Мастера спорта России (табл. 1).

Таблица 1

Распределение танцоров по уровню спортивного мастерства в соответствии с уровнем психоэмоционального напряжения

	Gr1 (n=23), %	Gr2 (n=27), %	Gr3 (n=13), %
I взрослый	52,2	48,2	46,2
Кандидат в мастера спорта (КМС)	26,1	37	38,5
Мастер спорта (МС)	21,7	14,8	15,3

Показатели вариабельности сердечно-сосудистой, дыхательной систем определяли с помощью аппаратно-программного

комплекса «Спироартериокардиоритмограф» (САКР), производитель ООО

«ИНТОКС», г. Санкт-Петербург. Производилась 5-минутная запись ЭКГ в I стандартном отведении в положении сидя, регистрировалось периферическое артериальное давление методом «разгруженной артерии» на безымянном пальце левой кисти, при этом рука располагалась на уровне грудной клетки. С помощью ультразвукового датчика регистрировались вдыхаемые и выдыхаемые потоки воздуха. Анализировались как временные, так и спектральные показатели variability ритма сердца (BPC), систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), дыхания.

Для оценки статодинамической устойчивости спортсменов применялся метод стабилотрии, при помощи компьютерного стабиланализатора с биологической обратной связью (БОС) «Стабилан-01-2», производства ЗАО «ОКБ «РИТМ»», г. Таганрог. Все испытуемые проходили тест

«Мишень» в «Европейской» стойке, стопы располагались симметрично относительно центральной линии платформы, пятки вместе, носки разведены в стороны примерно на 30° [7].

Полученные результаты обрабатывались в Microsoft Office Excel и Statistica 10. Для проверки равенства медианных значений применялся критерий Краскела-Уоллиса для независимых выборок. Количественные данные представлены в виде медианы значений (Me) и квартильного размаха (Q1; Q3). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам теста TMAS испытуемые были разделены на 3 группы, которые статистически значимо различались по количеству набранных баллов ($p < 0,001$): Gr1 (n=23) – 9 (6; 12) баллов, Gr2 (n=27) – 19 (17; 21) баллов, Gr3 (n=13) – 30,5 (27; 34) баллов (рис. 1).

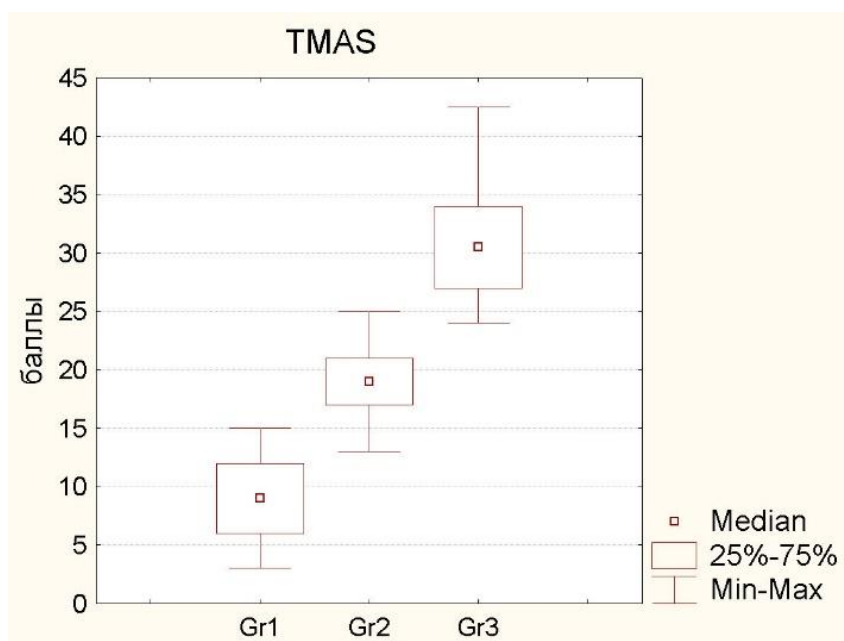


Рис. 1. Диаграмма размаха выборок по результатам распределения испытуемых по количеству набранных баллов в тесте TMAS

По результатам спиреокардиографии танцоры высокой квалификации с различным психоэмоциональным напряжением статистически значимо различались по средним, минимальным и максимальным значениям

систолического артериального давления. Испытуемые Gr1 имели более высокий средний показатель САД по результатам 5-минутной записи – 164 (153; 173,9) мм рт. ст., в сравнении с испытуемыми Gr2 (143,8 (132; 157,8) мм рт. ст.) и Gr3 (141,5 (138,1;

147,3) мм рт. ст.), $p < 0,01$. Также эту группу отличают более высокие показатели минимальных и максимальных значений систолического артериального давления. Таким образом САД_{min} Gr1 составил 147 (131; 163) мм рт. ст., в сравнении с gr2 (121

(106,5; 133,5) мм рт. ст.) и Gr3 (129 (120; 136) мм рт. ст.), и САД_{max} испытуемых Gr1 – (187 (166; 198) мм рт. ст.), на фоне испытуемых Gr2 (170 (155; 177,5) мм рт. ст.) и Gr3 (163 (158; 168) мм рт. ст.) (табл. 2).

Таблица 2

Значения систолического артериального давления и его спектральные показатели танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения по результатам спиреоартериокардиографии

Показатель	Gr1, n=23 Me (Q1; Q3)	Gr2, n=27 Me (Q1; Q3)	Gr3, n=13 Me (Q1; Q3)
ЧСС, уд/мин	71,8 (61,3; 85,9)	79,4 (72,5; 87,1)	71,4 (67,5; 76,9)
САД _{ср} , мм рт. ст.	164 (153; 173,9) ***	143,8 (132; 157,8) *	141,5 (138,1; 147,3)
САД _{min} , мм рт. ст.	147 (131; 163) ***	121 (106,5; 133,5) *	129 (120; 136)
САД _{max} , мм рт. ст.	187 (166; 198) ***	170 (155; 177,5) +	163 (158; 168)
TR _{САД} , мм рт. ст. ²	32,9 (22,1; 43,3)	66,4 (28,3; 94,9) +	33,8 (22,9; 59,7)
VLF _{САД} , мм рт. ст. ²	16,7 (8,5; 25,9)	26,5 (12,6; 60,9)	14,2 (10,6; 23,9)
LF _{САД} , мм рт. ст. ²	5,9 (3,5; 10)	10,6 (5,9; 22,8)	5,1 (3,8; 12,9)
LF _{САДп} , п.у.	53,5 (29; 62,3)	53,1 (37,3; 63)	44,7 (37,8; 58,1)
HF _{САД} , мм рт. ст. ²	6,5 (3; 11,7)	10,5 (7,3; 23,7)	5,6 (4,3; 9,4)
HF _{САДп} , п.у.	44,2 (34,5; 66,7)	43,5 (32,5; 58,1)	49,1 (35,4; 56,1)
LF _{САД} /HF _{САД}	1,2 (0,43; 1,75)	1,2 (0,65; 2,05)	1 (0,67; 1,64)

Примечание: достоверные отличия между группами обозначены плюсом (+) и звездочкой (*): + – отличие данной группы от первой группы на уровне $p < 0,05$, ++ – отличие данной группы от второй группы на уровне $p < 0,05$, +++ – отличие данной группы от третьей группы на уровне $p < 0,05$. Звездочкой (*) обозначены отличия между группами на уровне $p < 0,01$. ЧСС – частота сердечных сокращений; САД_{ср} – среднее значение систолического артериального давления по результатам 5-минутной записи; САД_{min} – минимальное значение систолического артериального давления, зафиксированное в течение 5-минутной записи; САД_{max} – максимальное значение систолического артериального давления, зафиксированное в течение 5-минутной записи; TR_{САД} – общая мощность спектра автономной нервной регуляции вариабельности ритма систолического артериального давления; VLF_{САД} – спектр очень низкой частоты автономной нервной регуляции вариабельности ритма систолического артериального давления; LF_{САД} – низкочастотный спектр автономной нервной регуляции вариабельности ритма систолического артериального давления; HF_{САД} – высокочастотный спектр автономной нервной регуляции вариабельности ритма систолического артериального давления; п.у. (notional units) – условные единицы

В волновой структуре спектра вариабельности ритма систолического артериального давления статистически значимые различия обнаружены по показателю общей мощности спектра (TR_{САД}), между испытуемыми с низким и умеренным психоэмоциональным напряжением. Танцоров Gr2 отличает больший показатель общей мощности спектра вариабельности

ритма систолического артериального давления – 66,4 (28,3; 94,9) мм рт. ст., в сравнении с испытуемыми Gr1 – 32,9 (22,1; 43,3) мм рт. ст., $p < 0,05$ (табл. 2). Полученные данные согласуются с работами ведущих специалистов в области спиреоартериокардиографии [8-9].

Обнаружены статистически значимые различия между группами сравнения

танцоров высокой квалификации с различным психоэмоциональным напряжением по результатам стабилметрического тестирования в тесте «Мишень». Так, танцоры Gr2 по параметру «Среднее направление колебаний» – 3,5 (-13; 23,5) град., имеют статистически значимое различие с танцорами Gr1 – -4 (-62; 8) град. и танцорами Gr3 – -28,5 (-62; -2) град. ($p < 0,05$), что отражает

основные колебания тела человека и преимущественное направление большой оси доверительного эллипса. Таким образом, танцоры с умеренным психоэмоциональным напряжением имели преимущественное направление движений центра давления вперед и вправо.

Таблица 3

Классические и векторные показатели стабилметрического тестирования танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения

Показатель	Gr1, n=23 Me (Q1; Q3)	Gr2, n=27 Me (Q1; Q3)	Gr3, n=13 Me (Q1; Q3)
Разброс по фронтالي, мм	2,2 (1,7; 3,4)	2,3 (2; 2,7)	2,2 (2; 2,5)
Разброс по сагиттали, мм	2,7 (2,3; 3,1)	2,9 (2,3; 3,8)	2,4 (2,2; 2,7)
Средняя скорость перемещения центра давления, мм/с	11,7 (9; 13,9)	12,1 (10,2; 14,8)	11 (10,3; 12)
Скорость изменения площади статокинезиграммы, кв. мм/с	10,4 (7,5; 14,5)	12,1 (7,9; 18,9)	9,7 (8,5; 13,8)
Среднее направление колебаний, град	-4 (-62; 8)	3,5 (-13; 23,5) ⁺	-28,5 (-62; -2) ⁺⁺
Площадь эллипса, кв. мм	82 (53,8; 110,7)	94,5 (54,3; 137,4)	76,3 (65,4; 88,8)
Коэффициент кривизны, рад/мм	0,5 (-0,1; 0,9) ⁺⁺⁺	-0,2 (-0,6; 0,2) *	-0,4 (-0,7; -0,1)
Качество функции равновесия, %	73,6 (63,2; 83,1)	71,9 (62,1; 78,4)	75,1 (73,1; 78,4)
Коэффициент асимметрии угловой скорости, %	-0,4 (-8; 4,5)	3,5 (0,3; 8,1) ⁺	4,3 (-4,4; 9,9)

Примечание: достоверные отличия между группами обозначены плюсом (+) и звездочкой (*): ⁺ – отличие данной группы от первой группы на уровне $p < 0,05$, ⁺⁺ – отличие данной группы от второй группы на уровне $p < 0,05$, ⁺⁺⁺ – отличие данной группы от третьей группы на уровне $p < 0,05$. Звездочкой (*) обозначены отличия между группами на уровне $p < 0,01$

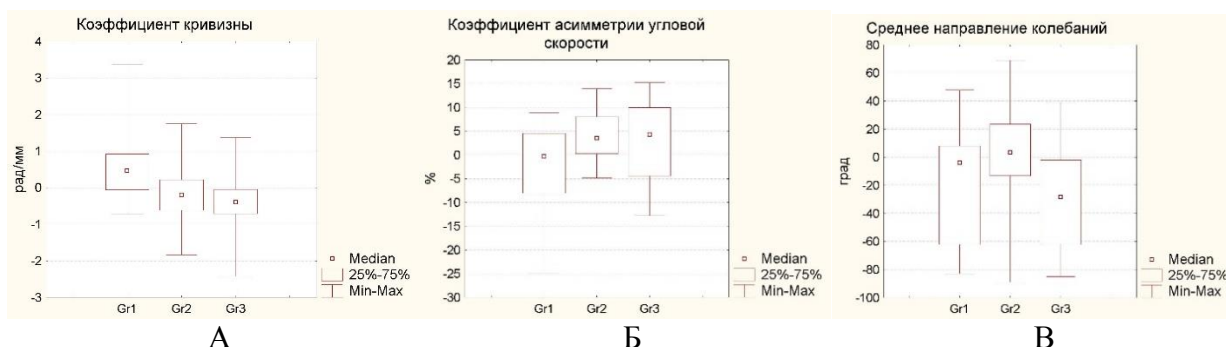


Рис. 2. Диаграммы размаха, отражающие распределение в выборках танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения, по результатам стабилметрического теста «Мишень»

Примечание: А – Коэффициент кривизны, рад/мм; Б – Коэффициент асимметрии угловой скорости, %; В – Среднее направление колебаний, град.

Значение параметра «Коэффициент кривизны» танцоров Gr1 – 0,5 (-0,1; 0,9) рад/мм статистически значимо различалось со значениями Gr2 – -0,2 (-0,6; 0,2) рад/мм, при p -уровне $<0,01$, и Gr3 – -0,4 (-0,7; -0,1) рад/мм, при $p < 0,05$. Это говорит о более крутых поворотах траектории центра давления и имеющих тремороподобных колебаний у танцоров Gr1.

Также танцоров Gr1 статистически значимо отличает более низкое значение векторного показателя «Коэффициент асимметрии угловой скорости» – -0,4 (-8; 4,5) %, в сравнении с танцорами Gr2 – 3,5 (0,3; 8,1) %, при $p < 0,05$, что характеризует среднее направление вращения вектора скорости перемещения центра давления (табл. 3, рис. 2).

Заключение. Танцоров высокой квалификации с низким психоэмоциональным напряжением отличают более высокие значения систолического артериального

давления. В волновой структуре спектра variability ритма систолического артериального давления отмечены большие значения показателя общей мощности спектра ($TP_{САД}$) у танцоров с умеренным психоэмоциональным напряжением.

В результате стабилметрического тестирования выявлено, что танцоров с умеренным психоэмоциональным напряжением отличает преимущественное смещение траектории движения центра давления вперед и вправо. Танцоры с низким психоэмоциональным напряжением имеют более высокое значение показателя «Коэффициент кривизны», что говорит о более крутых поворотах траектории центра давления и имеющих тремороподобных колебаниях, в сравнении с танцорами с умеренным и высоким психоэмоциональным напряжением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарьева, Н. Н. Влияние психоэмоционального напряжения на функциональное состояние танцоров / Н. Н. Захарьева, И. Д. Коняев. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «ОнтоПринт», 2020. – 292 с.
2. Иванова, Н. В. Функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в подготовительном и соревновательном периодах подготовки: диссертация ... канд. биол. наук / Иванова Неля Викторовна. – Москва, 2010. – 182 с.
3. Терехова, М. А. Развитие координационных способностей у юных танцоров средствами системы body ballet / М. А. Терехова, Е. П. Прописнова // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – № 1(27). – С. 42-47.
4. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М.: 1988. – 256 с.
5. Тигранян, Р. А. Стресс и его значения для организма / Р. А. Тигранян. – М.: 1988. – 175 с.
6. Хорева, Ю. А. Стресс факторы соревновательной деятельности как причина различных

- негативных психических и поведенческих реакций спортсмена / Ю. А. Хорева // Рудиковские чтения: материалы IX международной научно-практической конференции психологов физической культуры и спорта ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ, 27-28 мая. – Москва, 2013. – С. 322-325.
7. Болобан, В. Н. Критерии оценки статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел в видах спорта, сложных по координации / В. Н. Болобан, Ю. В. Литвиненко, А. П. Оцупок // Физическое воспитание студентов. – 2012. – № 4. – С. 17-24.
8. Post-loading dynamics of beat-to-beat blood pressure variability in highly trained athletes during sympathetic and parasympathetic overstrain formation / O. Guzii, A. Romanchuk, A. Mahlovanyi, V. Trach // Journal of Physical Education and Sport (JPES). – September 2021. – Vol. 21 (5). – Art 350. – pp. 2622-2632.
9. Romanchuk, A. P. Features of the blood pressure variability of athletes with different levels of functional state of the body / A. P. Romanchuk, O. V. Guzii // Journal of Education, Health and Sport. – 2019. – № 9(3). – pp. 11-20.

REFERENCES

1. Zakhariyeva N.N., Konyaev I.D. The influence of psychoemotional stress on the functional state of dancers. Moscow: "OntoPrint", 2020, 292 p.
2. Ivanova N.V. The functional state of the cardiorespiratory system of athletes with different specifics of muscular activity in the preparatory and competitive periods of training: an author's dissertation. Moscow, 2010, 182 p.
3. Terekhova M.A., Zasnova E.P. The development of coordination abilities in young dancers by means of the body ballet system. *Physical Education and Sports Training*, 2019, no. 1(27), pp. 42-47 (in Russ.).
4. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. Adaptation to stressful situations and physical loads. Moscow, 1988, 256 p.
5. Tigranyan R.A. Stress and its significance for the body. Moscow, 1988, 175 p.
6. Khoreva Yu.A. Stress factors of competitive activity as the cause of various negative mental and behavioral reactions of an athlete. Rudikov readings: Materials of the IX International Scientific and Practical Conference of psychologists on physical culture and sports of the Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism in May 27-28, Moscow, 2013, pp. 322-325 (in Russ.).
7. Boloban V.N., Litvinenko Yu.V., Otsupok A.P. Criteria for assessing the statodynamic stability of the athlete's body and the body system in sports that are difficult to coordinate. *Physical Education of Students*, 2012, no. 4, pp. 17-24. (in Russ.).
8. Guzii O.V., Romanchuk A., Mahlovanyi A., Trach V. Post-loading dynamics of beat-to-beat blood pressure variability in highly trained athletes during sympathetic and parasympathetic overstrain formation. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, vol. 21 (5), September 2021, art 350, pp. 2622-2632.
9. Romanchuk A.P., Guzii O.V. Features of the blood pressure variability of athletes with different levels of functional state of the body. *Journal of Education, Health and Sport*, 2019, no. 9(3), pp. 11-20.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Илья Дмитриевич Коняев – старший лаборант лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, e-mail: ilya.konyaev@mail.ru.

Наталья Николаевна Захарьева – профессор кафедры физиологии, главный научный сотрудник лаборатории спортивной медицины научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ilya Dmitrievich Konyaev – Senior Laboratory Assistant at the Sports Medicine Laboratory of the Research Institute of Sports and Sports Medicine, Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: ilya.konyaev@mail.ru.

Natal'ya Nikolaevna Zahar'eva – Professor of the Department of Physiology, Chief Researcher at the Sports Medicine Laboratory of the Research Institute of Sports and Sports Medicine, Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism, Moscow, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.

Для цитирования: Коняев, И. Д. Постуральная устойчивость и вегетативная регуляция артериального давления танцоров высокой квалификации с различным уровнем психоэмоционального напряжения / И. Д. Коняев, Н. Н. Захарьева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_11

For citation: Konyaev I.D., Zahar'eva N.N. Postural stability and autonomic regulation of blood pressure of elite dancers with different levels of psychoemotional stress. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_11

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_12
УДК 616.831-001-071; 796.83

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_12
UDC 616.831-001-071; 796.83

СКРЫТЫЕ НАРУШЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ БОКСЕРОВ, ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ПРИ ПОМОЩИ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ

С.О. Лагода^{1,2}, Г.Д. Алексянц¹, И.С. Кастанов¹

¹Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Краснодар, Россия

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница № 2» министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

Аннотация. Повторные травматические воздействия на структуры головного мозга, в том числе субклинической значимости, могут сказываться на когнитивных функциях спортсменов. В настоящем исследовании при помощи корректурной пробы (на примере теста Тулуз-Пьерона) проведена оценка концентрации и устойчивости внимания 33-х боксеров мужского пола в возрасте от 17 до 24 лет, различной спортивной квалификации (от первого взрослого разряда до мастера спорта), спортивный стаж в боксе составил не менее 5 лет. Согласно полученным данным, у спортсменов, специализирующихся в боксе, наблюдается скрытое снижение когнитивных функций, которое проявляется в снижении точности и устойчивости внимания при выполнении корректурной пробы.

Ключевые слова: спортсмены, бокс, сотрясение головного мозга, корректурная проба, тест Тулуз-Пьерона.

HIDDEN DISRUPTIONS OF THE COGNITIVE FUNCTION OF BOXERS, REVEALED WITH THE CANCELLATION TEST

S.O. Lagoda^{1,2}, G.D. Aleksanyants¹, I.S. Kastanov¹

¹Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

²Regional Clinical Hospital № 2, Krasnodar, Russia

Annotation. Repeated traumatic impacts on brain structures, including those of subclinical significance, can affect the cognitive function of athletes. In this study, using the Toulouse-Pieron test, we have evaluated concentration and attention span of 33 male boxers aged 17 to 24 years, who have various sports qualifications (from the first adult category to the Master of sports), experience in boxing was at least 5 years. According to the data obtained, athletes specializing in boxing have a latent decrease in cognitive function, which manifests itself in a decrease in accuracy and attention span when performing the cancellation test.

Keywords: athletes, boxing, concussion, cancellation test, Toulouse-Pieron test.

Введение. В настоящее время большое внимание исследователей всего мира посвящено проблеме сотрясений головного мозга в спорте. За последние годы были существенно оптимизированы алгоритмы выявления данного состояния, стратегии ведения пострадавших, программы безопасного возвращения к учебной и спортивной деятельности [1]. Вместе с тем до конца не определены причины и механизмы развития отставленных нейропсихологических нарушений и, соответственно, эффективные способы их профилактики. Появляются

новые исследования, показывающие, что хронические субклинические воздействия могут так же приводить к отсроченным осложнениям [2-4]. Данное положение в новом свете открывает проблему «легких» черепно-мозговых травм в единоборствах. Для данных видов спорта многократные повторные травматические воздействия на структуры головного мозга являются неотъемлемым элементом спортивной дисциплины. Целью настоящего исследования явилось определение возможности выявления скрытых нарушений когнитивных

функций боксеров при помощи коррекturnой пробы (на примере теста Тулуз-Пьерона), позволяющей количественно оценить концентрацию и устойчивость внимания во времени у обследуемых спортсменов.

Методы и организация исследования.

В исследовании приняли участие 33 боксера мужского пола в возрасте от 17 до 24 лет, средний возраст составил $19,7 \pm 0,3$ года, стандартное отклонение (SD) – 2,0 года, спортивная квалификация: 6 участников – 1 взрослый разряд, 17 – кандидаты в мастера спорта, 5 – мастера спорта, 5 человек без спортивного разряда, спортивный стаж в боксе составил не менее 5 лет (среднее значение – $9,4 \pm 0,7$ лет, $SD=3,8$ года). Группа контроля была сформирована из 17-ти сверстников, не занимающихся спортом (средний возраст – $20,8 \pm 0,5$ лет, $SD=1,9$ года).

Исследование проводилось после дня отдыха перед тренировочным занятием.

Все участники прошли анкетирование, результаты которого позволили установить время начала и окончания занятий боксом, сопутствующую спортивную дисциплину в случае её наличия. Для группы контроля собиралась информация о предшествующих травмах головы и шеи, наличие которых являлось критерием исключения из исследования.

Коррекturnая проба в виде теста Тулуз-Пьерона проводилась в соответствии с методикой, описанной Л.А. Ясюковой (1997) [5]. В данном тесте стимульным материалом являются 8 типов квадратов, различающихся тем, к какой грани или к какому из углов добавлены черные полукруг или четверть круга. Тестовый бланк, фрагмент которого представлен на рисунке, состоит из строк, на которых в случайном порядке расположены все типы используемых квадратов.

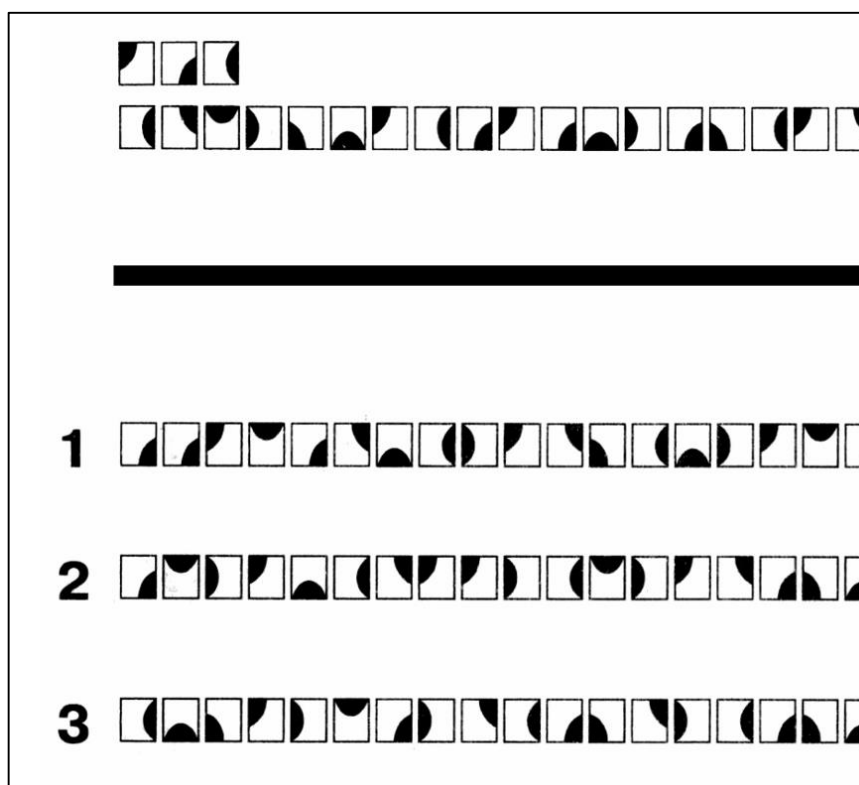


Рис. Фрагмент бланка теста Тулуз-Пьерона

В верхнем левом углу бланка изображены квадраты-образцы. При совпадении квадрата из рабочей строки с квадратом-образцом, его следовало зачеркнуть вертикальной чертой, в противном случае – подчеркнуть. Время работы с каждой строкой ограничено. По условиям проведения теста запрещено вычеркивать все совпадающие квадраты, а затем подчеркивать оставшиеся, либо ограничиться только вычеркиванием квадратов. Подчеркивание квадратов одной сплошной линией также было недопустимо. В своем исследовании мы использовали три квадрата-образца,

бланк включал одну пробную и 10 рабочих строк по 94 квадрата в каждой, спортсменам отводилось по одной минуте на строку. Любые исправления и ситуации, не дающие возможности однозначной трактовки, засчитывались как ошибки. В случае пропуска квадрата без обозначения он не учитывался в общем количестве обработанных знаков. Рассчитывались показатели скорости выполнения теста (V), коэффициент точности (K), а также устойчивости скорости во времени (σ_V) и устойчивости внимания (σ_α) по соответствующим формулам:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$
$$K = \frac{V - \alpha}{V};$$
$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n};$$
$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - V)^2}{n - 1}};$$
$$\sigma_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \alpha)^2}{n - 1}}$$

где n – количество рабочих строк;
 x – количество обработанных знаков в строке;
 α – среднее количество ошибок в строке;
 y – количество ошибок в строке.

Полученные результаты сравнивались между группами испытуемых. Был принят 5%-й уровень значимости, обеспечивающий в медико-биологических исследованиях необходимую точность сравнений. Статистические различия рассчитывались при помощи U -критерия Манна-Уитни, используя систему для статистического анализа данных STATISTICA 10 Enterprise (StatSoft). Для изучения связи между параметрами использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s).

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведения теста Тулуз-Пьерона представлены в таблице.

Согласно полученным данным, участники экспериментальной группы продемонстрировали достоверно худшие результаты точности выполнения пробы ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой. Среди обследованных боксеров отмечается большая вариабельность допущения ошибок от строки к строке, что получило отражение в достоверно худших результатах устойчивости внимания ($p < 0,05$)

в сравнении с соответствующими результатами контрольной группы).

Различия показателей скорости выполнения пробы между группами обследуемых не достигали уровня статистической значимости, однако отдельные спортсмены демонстрировали существенно худшие результаты по сравнению с таковыми большей части участников экспериментальной

группы. Значимая индивидуальная вариабельность полученных данных требует дополнительного выявления и дифференцировки выраженности влияния на результаты профессиональных и медико-биологических причин, с последующим формированием групп риска.

Таблица

Результаты проведения теста Тулуз-Пьерона

Обследуемая группа	Скорость выполнения	Коэффициент точности	Устойчивость скорости	Устойчивость внимания
Экспериментальная	56,4±2,3 (SD=13,4)	0,908±0,021 (SD=0,121)	6,87±0,63 (SD=3,62)	1,86±0,14 (SD=0,78)
Контрольная	54,8±2,6 (SD=10,8)	0,963±0,008 (SD=0,031)	5,66±0,43 (SD=1,79)	1,30±0,14 (SD=0,57)
Достоверность различий	p>0,05	p<0,05*	p>0,05	p<0,05*

Примечание: * – достижение уровня статистической значимости

В результатах экспериментальной группы регистрируется парадоксальная статистически значимая умеренная прямая корреляция между показателями скорости и точности выполнения теста ($r_s=0,355$, $p<0,05$), что может быть следствием поляризации результатов среди спортсменов. Подобной зависимости не наблюдается в контрольной группе.

В нашем исследовании не было обнаружено зависимости результатов выполнения корректурной пробы от спортивного стажа, либо спортивного мастерства обследуемых. Общее достоверное снижение результатов в сравнении с группой контроля и высокий процент недостижения спортсменами

нормативных значений [6] свидетельствует о широкой распространенности нарушений концентрации и устойчивости внимания у боксеров. Требуется проведение дополнительных исследований, определяющих возможности применения корректурной пробы в системе текущего и срочного врачебно-педагогического контроля состояния спортсменов травмоопасных видов спорта.

Заключение. Таким образом, согласно результатам проведенных исследований, у спортсменов, специализирующихся в боксе, наблюдается скрытое снижение когнитивных функций, которое проявляется в снижении точности и устойчивости внимания при выполнении корректурной пробы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016 / McCrory P., Meeuwisse W., Dvořák J. [et al] // British journal of sports medicine. – 2017. – Vol. 51. – № 11. – pp. 838-847.
2. Concussion and long-term cognitive impairment among professional or elite sport-persons: a systematic review / Gallo V., Motley K., Kemp S. P. T. [et al] // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. – 2020. – Vol. 91. – № 5. – pp. 455-468.

3. McAllister, T. Long-term cognitive and neuropsychiatric consequences of repetitive concussion and head-impact exposure / T. McAllister, M. McCrea // Journal of athletic training. – 2017. – Vol. 52. – № 3. – pp. 309-317.
4. A systematic review of potential long-term effects of sport-related concussion / Manley G., Gardner A. J., Schneider K. J. [et al] // British journal of sports medicine. – 2017. – Vol. 51. – № 12. – pp. 969-977.
5. Ясюкова, Л. А. Оптимизация обучения и развития детей с ММД. Диагностика и

компенсация минимальных мозговых дисфункций. Методическое руководство / Л. А. Ясюкова //СПб: ГП «Иматон», 1997. – 84 с.

6. Лагода, С. О. Скрытые изменения когнитивных функций у спортсменов, специализирующихся в боксе / С. О. Лагода, Г. Д. Алексанянц // XV международная научная конференция по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-2020». Седьмая научно-практическая конференция «Медицинское обеспечение спорта высших достижений»: Сборник материалов тезисов XV Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-2020» и Седьмой научно-практической конференции «Медицинское обеспечение спорта высших достижений» (ФМБА России), Москва, 10-11 декабря 2020 года. – Москва: Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов, 2020. – С. 30-31.

REFERENCES

1. McCrory P., Meeuwisse W., Dvořák J., Aubry M., Bailes J., Broglio S., Cantu R.C., Cassidy D., Echemendia R.J., Castellani R.J. et al. Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British journal of sports medicine*, 2017, vol. 51, no. 11, pp. 838-847.

2. Gallo V., Motley K., Kemp S.P.T., Mian S., Patel T., James L., Pearce N., McElvenny D. Concussion and long-term cognitive impairment

among professional or elite sport-persons: a systematic review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2020, vol. 91, no. 5, pp. 455-468.

3. McAllister T., McCrea M. Long-term cognitive and neuropsychiatric consequences of repetitive concussion and head-impact exposure. *Journal of athletic training*, 2017, vol. 52, no. 3, pp. 309-317.

4. Manley G., Gardner A.J., Schneider K.J., Guskiewicz K.M., Bailes J., Cantu R.C., Castellani R.J., Turner M., Jordan B.D., Randolph C. et al. A systematic review of potential long-term effects of sport-related concussion. *British journal of sports medicine*, 2017, vol. 51, no. 12, pp. 969-977.

5. Yasyukova L.A. Optimization of education and development of children with MBD. Diagnosis and compensation of minimal brain dysfunctions. Methodological guidelines. Saint-Petersburg: GP "Imaton", 1997. 84 p.

6. Lagoda S.O., Aleksanyants G.D. Hidden changes in cognitive function in athletes, specialized in boxing. XV International Scientific Conference on the state and prospects of development of medicine in high performance sports "SportMed-2020". The Seventh scientific and Practical Conference "Medical Support of High Performance Sports": A collection of abstracts of the XV International Scientific Conference on the state and prospects of development of medicine in high-performance sports "SportMed-2020" and the Seventh scientific and practical conference "Medical Support of High Performance Sports" (FMBA of Russia), Moscow: Russian Association for Sports Medicine and Rehabilitation of the Sick and Disabled, 2020. pp. 30-31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Олегович Лагода – заведующий отделением восстановительного лечения №1 поликлиники специализированного курсового амбулаторного лечения, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Краевая клиническая больница №2» министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар; аспирант кафедры анатомии и спортивной медицины, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: a6b@mail.ru.

Гайк Дереникович Алексанянц – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии и спортивной медицины ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

Игорь Сергеевич Кастанов – аспирант кафедры анатомии и спортивной медицины, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Sergej Olegovich Lagoda – Head of the Department of Rehabilitation Treatment No. 1, Regional Clinical Hospital No. 2, Krasnodar; Post-Graduate Student the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: a6b@mail.ru.

Gajk Derenikovich Aleksanyants – Doctor of Medical Science, Professor of the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Igor' Sergeevich Kastanov – Post-Graduate Student the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Лагода, С. О. Скрытые нарушения когнитивных функций боксеров, выявляемые при помощи корректурной пробы / С. О. Лагода, Г. Д. Алексанянц, И. С. Кастанов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_12

For citation: Lagoda S.O., Aleksanyants G.D., Kastanov I.S. Hidden disruptions of the cognitive function of boxers, revealed by the cancellation test. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_12

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_13
УДК 796.01; 612

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_13
UDC 796.01; 612

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК ОТРАЖЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СБОРОВ

Ф.Б. Литвин¹, О.В. Калабин², И.А. Васильева³, И.А. Злобина³

¹Смоленский государственный университет спорта, г. Смоленск, Россия

²Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

³Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Казань, Россия

Аннотация. Подготовка спортсменов в среднегорье направлена на расширение адаптации организма к тренировочным нагрузкам. Заключение о повышении уровня резистентности организма к действию стрессорных факторов и анализ компенсаторных возможностей позволяет использовать вариабельность сердечного ритма для изучения баланса автономного и центрального механизмов регуляции. Цель исследования состояла в обосновании применения метода вариабельности сердечного ритма для оценки эффективности учебно-тренировочного сбора у пловцов высокого уровня мастерства. Выборку исследования составили 8 высококвалифицированных пловцов. Два фрагмента электрокардиограммы записывали в клиностазе и ортостазе с помощью усилителя биологического сигнала “ECG Dongle” АО «Нордавинд» (г. Москва). Фрагменты кардиограммы через интернет специалист обрабатывал с применением программы «Иским 6.2» ООО «Рамена» (г. Рязань). Оценивали общепринятые показатели временного и спектрального анализа вариабельности ритма сердца. Показана важная роль учета показателей сердечного ритма для научно обоснованного подхода к построению учебно-тренировочного процесса. Выявлена персонализированная «чувствительность» регуляторных механизмов сердечной деятельности к тренировочным нагрузкам.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, вегетативная регуляция, адаптация, восстановление, плавание, тренировочные сборы.

HEART RATE VARIABILITY AS A REFLECTION OF THE TRAINING CAMPS EFFICIENCY

F.B. Litvin¹, O.V. Kalabin², I.A. Vasil'eva³, I.A. Zlobina³

¹Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

²Vyatka State University, Kirov, Russia

³Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Annotation. The training of athletes in the middle altitude is aimed at expanding the adaptation of the body to training loads. The conclusion about the increase in the level of resistance of the body to the action of stress factors and the analysis of compensatory capabilities allows us to use heart rate variability to study the balance of autonomous and central regulation mechanisms. The purpose of the study was to substantiate the application of the heart rate variability method to assess the efficiency of training camps for swimmers of high skill level. The study sample involved 8 elite swimmers. Two fragments of the electrocardiogram were recorded in clinostasis and orthostasis using the “ECG Dongle” biological signal amplifier, manufactured by JSC “Nordavind” (Moscow). The fragments of the cardiogram were processed via the Internet by a specialist using the “Iskim 6.2” software from LLC “Ramena” (Ryazan). The generally accepted indicators of temporal and spectral analysis of heart rate variability were evaluated. The important role of taking into account heart rate indicators for a scientifically justified approach to the construction of the educational and training process was demonstrated. We have also revealed the personalized "sensitivity" of the regulatory mechanisms of cardiac activity to training loads.

Keywords: heart rate variability, autonomic regulation, adaptation, recovery, swimming, training camps.

Введение. На современном этапе развития спортивной науки одним из наиболее важных факторов управления адаптационным процессом является прогнозирование и контроль функционального состояния организма спортсмена [1], который перегружен ответственными официальными соревнованиями и хорошо оплачиваемыми коммерческими состязаниями [2]. Основной задачей учебно-тренировочных сборов является повышение физической работоспособности спортсменов накануне ответственных соревнований [3]. Не менее важная задача состоит в том, чтобы не допустить появления состояния перетренированности, тем самым подведя спортсмена к оптимальной спортивной форме [4-5]. Неотъемлемым компонентом технико-тактической подготовки спортсменов является уровень функциональной готовности систем организма [6-7]. В этих условиях крайне необходим поиск адекватных методов оперативного контроля функционального состояния спортсменов, как основы для своевременной коррекции тренировочных нагрузок [8-9]. Широкое признание получил метод математического анализа сердечного ритма, базирующийся на изучении механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности [10-11]. Персонализированный подход в оценке механизмов регуляции сердечного ритма предоставляет спортсмену и тренеру объективную информацию о текущем функциональном состоянии [12], возможность прогнозировать адаптационный потенциал по отношению к объему и интенсивности физических нагрузок, а также оценивать быстроту восстановительных процессов [8, 9, 13]. Одним из важнейших принципов построения тренировочной программы является соответствие физических нагрузок текущему функциональному состоянию [1, 14].

Цель исследования: обосновать эффективность учебно-тренировочного сбора у пловцов высокого уровня мастерства на основе применения метода вариабельности сердечного ритма (BCP).

Методы и организация исследования.

В исследовании приняли участие пловцы сборной Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма г. Казани, находясь на тренировочных сборах в Ингушетии с 1 по 21 февраля, пять из них имели звание Мастера спорта России, а трое – спортивный разряд Кандидат в Мастера спорта.

Обследуемые пловцы утром после пробуждения в состоянии полного покоя, натощак, при отсутствии внешних раздражителей записывали два фрагмента электрокардиограммы: 5 минут лёжа и 6 минут стоя (ортопроба), с помощью усилителя биологического сигнала “ECG Dongle” АО «Нордавинд» (г. Москва) и приложения на мобильный телефон. Затем файлы с фрагментами кардиограммы отправляли через интернет физиологу, который обрабатывал электрокардиограммы с помощью программы «Иским 6.2» ООО «Рамена» (г. Рязань), производил анализ показателей вариабельности ритма сердца и отправлял результаты до начала тренировки для коррекции тренировочного процесса. Оценивали показатели временного (MxDMn, RMSSD, AMo50, SI) и спектрального (TP, VLF, LF, HF, LF/HF, IC) анализа BCP.

Тренировочный процесс имел три фазы: первая – облегчение нагрузки для улучшения адаптационных процессов в организме спортсменов, основу занятий которых составляла аэробная направленность в комплексе с заданиями на развитие спринтерских качеств; вторая – включение «ударной» дозы нагрузки аэробно-анаэробного характера; третья – плавное снижение нагрузки перед отъездом на равнину и подготовка к Чемпионату Приволжского федерального округа по плаванию. Общий объем учебно-тренировочных сборов составил 105800 м (1 неделя: 27000 м; 2 неделя: 41200 м; 3 неделя: 37600 м). Всего в период тренировочных сборов проведено от 17 до 21 записи электрокардиограммы исследуемых спортсменов. Уровень профессиональной подготовленности до начала учебно-тренировочных сборов оценивали

по показателям плавания вольным стилем 50м, 100м, 200м, 400м, брассом 50м, 100м, 200м, баттерфляем 50м, 100м, на спине 50м, 100м, 200м и комплексном плавании 200м по результатам Первенства Республики Татарстан, а после сборов – по результатам в Первенстве Приволжского федерального округа. Показатели результативности в плавании сопоставляли с динамикой показателей функционального состояния пловцов за время сборов.

Математическую обработку проводили с использованием методов статистического анализа. Нормальность распределения определяли с помощью метода Колмогорова-Смирнова. Различия между этапами оценивали по t-критерию Стьюдента и считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение. Особенностью ВСР пловцов является умеренное или выраженное доминирование автономного контура регуляции, что соответствует III и IV типам вегетативной регуляции сердечного ритма [10, 11, 15]. Ежедневный мониторинг показателей ВСР на протяжении всего периода сборов выявил ритмический характер динамики показателей ВСР, а также связанный с ними уровень спортивной результативности пловцов. На начало учебно-тренировочных сборов команды по плаванию показатели активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) равнялись: $432,90 \pm 38,17$ мс для $MxDMn$, $96,62 \pm 9,08$ мс для $RMSSD$ и $3534,27 \pm 203,66$ мс для HF . Активность вазомоторных колебаний (LF) составила $2601,59 \pm 177,26$ мс, а показатель эрготропных колебаний (VLF) – $1313,80 \pm 100,93$ мс. Уровень влияния симпатического отдела ВНС оказался минимальным с показателями $AMo50$ – $27,44 \pm 3,60\%$ и SI – $48,30 \pm 4,72$ усл. ед. Суммарная мощность спектра (TP) составила $8871,25 \pm 499,88$ мс. Показатель LF/HF равнялся $1,09 \pm 0,05$ усл. ед., а IC – $1,42 \pm 0,08$ усл. ед. (табл. 1). К особенностям первого этапа, длительность которого составила 7 дней и

зависела от индивидуального биоритма испытуемых, следует отнести тенденцию роста показателей автономного контура регуляции, сосудодвигательного центра и корково-гуморальных центров (табл. 1).

Рост напряженности механизмов регуляции в условиях высоких физических нагрузок предположительно вызван началом формирования адаптационных процессов в ответ на перемещение организма в новые климатогеографические условия региона и сменой часовых поясов. Как отмечает О.И. Уздинова [17], индивидуальные биоритмологические функциональные возможности спортсменов определяют эффективность двигательной подготовленности. Далее в положительной фазе физического биоритма можно ожидать снижение спортивного результата, а в отрицательной – его повышение.

Рост напряженности у высококвалифицированных пловцов в первые 7-9 дней учебно-тренировочных сборов при проживании в среднегорье 1200 м, и бассейном на высоте 1480 м получен в работе Д.А. Панкова и др. [18]. Авторы отмечают рост показателя активности регуляторных систем (ПАРС) от 6 до 10 баллов, что оценивается как напряженность регуляторных систем с элементами истощения. В дальнейшем величина ПАРС снижалась до 2-4 баллов.

Как было отмечено тренерским составом, именно на втором этапе сборов спортсмены демонстрировали худшие результаты в плавании. В ходе акклиматизации произошло включение противострессорного механизма со стороны гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Поэтому из всех показателей минимальное снижение затронуло активность корково-гуморальных центров по управлению сердечным ритмом (СР), подтверждая их высокую значимость в регуляции СР.

Таблица 1

Анализ вариабельности ритма сердца у пловцов на этапах учебно-тренировочного сбора
(M±m)

Этапы	Показатели ВСП									
	MxD Mn	RMS SD	AMo 50	SI	TP	HF	LF	VLF	LF /HF	IC
фон	432± 38,1 7	96± 6,08	27,4± 2,60	48,3± 3,72	8871± 499,88	3534± 203,66	2601± 177,26	1313 ± 100,9 3	1,09± 0,05	1,42± 0,08
1	480± 45,0 2	110± 7,44	25,0± 2,11	33,2± 3,25	10618 ± 622,15	4123± 255,95	3158± 260,27	1413 ± 125,0	0,96± 0,07	1,40± 0,06
2	361± 31,2 2*	72± 5,38*	32,3± 2,87*	62,1± 5,00*	6033± 389,22 *	1761± 176,99 *	1934± 180,11 *	1137 ± 116,5 5	1,38± 0,09*	1,98± 0,10*
3	472± 44,0 9**	109± 8,64* *	25,3± 2,52	29,6± 4,16* *	10050 ± 590,44 **	4598± 280,54 **	2660± 195,88 **	1461 ± 138,0 9	0,79± 0,06* *	1,25± 0,07**

Примечание: * p<0,05 между показателями 1 и 2 этапов; ** p<0,05 между показателями 2 и 3 этапов; MxDMn – показатель вариационного размаха; RMSSD – стандартное отклонение RR-интервалов; AMo50 – амплитуда моды; SI – стресс-индекс; TP – суммарная мощность спектра; HF – спектральная мощность высокочастотных колебаний; LF – спектральная мощность низкочастотных колебаний; VLF – спектральная мощность очень низкочастотных колебаний; LF/HF – соотношение низкочастотного компонента спектра к высокочастотному компоненту спектра; IC – индекс централизации

В дальнейшем, на третьем этапе, после завершения акклиматизации временное повышение активности центрального механизма управления СР сменяется повторным усилением автономного контура регуляции (табл. 1). Показатели парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) (MxDMn, RMSSD, HF), суммарной мощности спектра (TP), активности сосудистого центра (LF) и высших корково-гуморальных центров (VLF) на третьем этапе достоверно выше по сравнению со средними значениями на втором этапе и, соответственно, показатели симпатического отдела ВНС (AMo50, SI) оказались ниже на третьем этапе против второго этапа. Однако повышение активности автономного механизма регуляции СР на третьем этапе оказалось не настолько значимым, чтобы статистически достоверно превосходить

средние величины, полученные на первом этапе. Чаще всего средние значения по изученным показателям оказались равными или близкими к величинам первого этапа тренировочного сбора. Так, величина показателя MxDMn составила 472,69±65,49 мс, RMSSD – 109,40±12,78 мс и HF – 4598,93±291,10 мс. Активность сосудодвигательного центра повысилась до 2660,72±283,22 мс, эрготропный потенциал корково-гуморального контура увеличился до 1461,42±140,09 мс. К своему «исходному» уровню вернулись расчетные показатели. Величина симпато-парасимпатического баланса снизилась до 0,79±0,04 усл. ед., индекса централизации (IC) до 1,25±0,09 усл. ед. Интегральный показатель напряженности регуляторных систем – стресс-индекс снизился до минимальной величины 29,61±4,16 усл. ед. Вместе с тем,

мониторинг показателей у отдельных пловцов выявил повышение адаптационного потенциала за время сборов. Явное улучшение адаптивных возможностей регист-

рируется у двух спортсменов. По нашим данным, у спортсмена № 1 за время сборов снизился уровень напряженности регуляторных систем (табл. 2)

Таблица 2

Индивидуальная динамика показателей ВСР у пловцов на учебно-тренировочных сборах

Показатели							
	01.02	04.02	06.02	09.02	12.02	15.02	19.02
	Пловец №1						
MxDMn	429	504	222	666	630	692	753
SI	22	28	118	11	8	9	8
HF	2163	3749	524	9165	10887	10005	10840
LF	1707	2362	687	2320	2420	5217	3569
VLF	906	789	138	1632	3815	4530	4844
	Пловец №2						
MxDMn	280	234	308	321	308	337	324
SI	96	72	38	80	42	28	29
HF	1414	1939	3921	1468	1710	2462	2938
LF	1215	412	1269	892	940	759	695
VLF	858	370	469	339	664	1129	645
	Пловец №3						
MxDMn	276	283	201	467	326	311	234
SI	71	60	112	55	72	83	67
HF	1896	750	510	865	404	944	588
LF	554	817	427	601	388	504	955
VLF	283	842	139	385	355	361	343

Примечание: MxDMn – показатель вариационного размаха; SI – стресс-индекс; HF – спектральная мощность высокочастотных колебаний; LF – спектральная мощность низкочастотных колебаний; VLF – спектральная мощность очень низкочастотных колебаний

Как следует из таблицы 2, показатель MxDMn повышался от 429 мс в первый день до 753 мс в последний день, или на 76%. Из спектральных характеристик автономного механизма управления СР отметим повышение в 5 раз показателя HF от 2163 мс до 10840 мс. Активность сосудистого центра выросла в 2 раза от 1707 мс до 3569 мс, а эрготропного корково-гуморального (VLF) – в 5,3 раза от 906 мс до 4844 мс, показатель суммарной мощности (TP) увеличился в 3,4 раза от 7146 мс до 24375 мс. Необходимо отметить, что такая динамика характерна для пловца с исходным III типом вегетативной регуляции сердечного ритма. Примечательно, что к окончанию сборов у испытуемого доминировал IV тип регуляции СР. Особую ценность представляет тот

факт, что повышение функциональных возможностей спортсмена сопровождалось ростом показателей в педагогических тестах. В частности, за время сборов улучшились показатели в контрольных тестах: вольный стиль на 50 м, 200 м, 400 м, и 50 м на спине.

У пловца № 2 с доминированием центрального механизма регуляции за время сборов расширение адаптационного потенциала менее выражено. К окончанию сборов у спортсмена устойчиво доминировал умеренный автономный контур регуляции СР. За это время величина MxDMn выросла от 280 мс до 324 мс, или на 16%. Показатель RMSSD за это время увеличился на 31% от 68 мс до 89 мс. Среди спектральных показателей величина TP выросла на 7%, HF – на

108%, активность сосудистого центра (LF) уменьшилась на 75%, показатель VLF – на 33%. Переход к III типу регуляции СР сопровождался стремительным снижением в 3,2 раза показателя стресс-индекса. Менее выраженное улучшение функциональных возможностей сочеталось с меньшей результативностью в контрольных тестах. Из четырех выполненных тестов улучшение к концу сборов отмечалось только в плавании вольным стилем на 50 м.

Совершенно иная динамика у спортсмена № 3. На протяжении учебно-тренировочных сборов не выявлено улучшения показателей ВСР. По показателям парасимпатического отдела регуляции (MxDMn, HF) значимых изменений нет. Активность сосудодвигательного центра (LF) повышается в 1,7 раза. В 1,2 раза нарастает активность высших корковых центров (VLF) регуляции. Величина интегрального показателя SI возрастает в середине сборов, с последующим снижением к их завершению. Показатели педагогических тестов в плавании брассом на 50 м, 100 м и 200 м после сборов не изменились.

Таким образом, проведенный персонифицированный мониторинг и полученные результаты оценки состояния механизмов регуляции сердечного ритма ориентируют на поиск принципиально новых, быть

может, нетрадиционных, по сравнению с общепринятыми, путей и средств проведения учебно-тренировочных сборов, акцентированных на учете индивидуального состояния организма спортсмена.

Заключение:

1. Динамика показателей variability сердечного ритма изменяется поэтапно: выраженное доминирование автономного механизма регуляции сердечного ритма вначале сборов сменяется ростом напряженности центральных механизмов в середине с последующим повышением резервно-адаптационных возможностей организма пловцов на заключительном этапе.

2. Изменения в доминировании механизмов регуляции сердечного ритма на протяжении учебно-тренировочного сбора связаны с процессами акклиматизации к газовому составу, температуре и влажности воздуха, которые необходимо учитывать при организации и проведении учебно-тренировочных сборов. Эффект акклиматизации выразился в росте спортивных результатов.

3. В работе обоснована целесообразность персонифицированного подхода, основанная на генетически предрасположенных особенностях механизмов регуляции вегетативными функциями организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлык, Н. И. Вариабельность сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значений MxDMn у лыжниц-гонщиц в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т.8. – №1. – С. 83-96.
2. Жгир, Б. А. Метаболическая стоимость бега на горизонтальной и наклонной поверхностях у высококвалифицированных бегуний на длинные дистанции в условиях среднегорья / Б. А. Жгир, О. Н. Кудря // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12(202). – С. 157-161.
3. Калабин, О. В. Управление тренировочным процессом футбольной команды на основе вегетативной реактивности основных игроков разных амплуа / О. В. Калабин, В. П. Гришин //

Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2021. – Т. 16. – № 4. – С. 137-142.
4. Лаврентьева, Д. А. Взаимосвязь моторной асимметрии с некоторыми особенностями двигательного портрета пловцов 17-19 лет в избранном виде деятельности / Д. А. Лаврентьева // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 3(157). – С. 188-191.
5. Семенов, Ю. Н. Использование комплексов «Варикард» для дозирования уровня физических нагрузок в ходе спортивных тренировок / Ю. Н. Семенов // Материалы VI Всерос. Симп. «Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов». Удм. Госун-т 24-26 мая – Ижевск, 2016. – С. 251-256.

6. Курзанов, А. Н. Функциональные резервы организма: монография / А. Н. Курзанов, Н. В. Заболотских, Д. В. Ковалев – Москва: Академия естествознания. 2016. – 95 с.
7. Левшин, И. В. Мониторинг функционального состояния спортсменов высокой квалификации и курсантов на этапах тренировочно-соревновательного цикла / И. В. Левшин, Е. Н. Курьянович // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2021. – № 2. – С. 210-216.
8. Балабохина, Т. В. Особенности variability сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции у мальчиков 8-12 лет при занятиях футболом / Т. В. Балабохина, Ф. Б. Литвин, М. В. Рудин // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4(17). – С. 17-20.
9. Терехов, П. А. Особенности ортостатической реакции спортсменов при разных типах вегетативной регуляции сердечного ритма / П. А. Терехов, Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2020. – № 4(34). – С. 155-164.
10. Гаврилова, Е. А. Variability ритма и спорт. Прогноз функционального состояния и соревновательной деятельности спортсмена / Е. А. Гаврилова. – Санкт-Петербург: Palmarium Academic Publishing, 2017. – 180 с.
11. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: Монография / Н. И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2009. – 259 с.
12. Manresa-Rocamora, A. Heart rate-based indices to detect parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. A meta-analysis / A Manresa-Rocamora., A. A. Flatt, A. Casanova-Lizón, M. Moya-Ramón // Scand J Med Sci Sports. – 2021. – Vol. 31(6). – pp. 1164-1182.
13. Cardiac Autonomic Modulation in Response to Muscle Fatigue and Sex Differences During Consecutive Competition Periods in Young Swimmers: A Longitudinal Study / Castillo-Aguilar M., Valdés-Badilla P., Herrera-Valenzuela T. [et al] // Front Physiol. – 2021. – Vol. 18 (12). – pp. 769-785.
14. Фудин, Н. А. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. / Н. А. Фудин, А. А. Хадарцев, В. А. Орлов. – Москва: Спорт. Человек, 2018. – 320 с.
15. Шлык, Н. И. Нормативы вариационного размаха кардиоинтервалов в покое и ортостазе при разных типах регуляции у лыжников-гонщиков в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2021. – Т.9. – № 4. – С. 35-50.
16. Шапошникова, В. И. Хронобиология, индивидуализация и прогноз в спорте / В. И. Шапошникова // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 3. – С. 34-36.
17. Уздинова, О. И. Биоритмологические особенности динамики физической работоспособности и спортивной результативности у легкоатлетов-бегунов разной спортивной квалификации / О. И. Уздинова // Вестник Адыгейского университета. – 2006. – № 2. – С. 244-247.
18. Оперативный контроль функционального состояния высококвалифицированных пловцов на основе анализа показателей variability сердечного ритма / Д.А. Панков, Д.Н. Черноголов, Н.В. Дубиков, П.Л. Капралова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 12(202). – С. 272-278.

REFERENCES

1. Shlyk, N.I. Heart rate variability at rest and during an orthostatic challenge at different ranges of MxDMn values in female skiers in the training process. *Science and Sports: Modern Tendencies*, 2020, vol. 8, no. 1, pp. 83-96. (in Russ.)
2. Zhgir B.A., Kudrya O.N. The metabolic cost of horizontal and incline running in highly skilled long distance runners in mid-altitude conditions. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 12(202), pp. 157-161. (in Russ.)
3. Kalabin O.V., Grishin V.P. Managing the training process of a football team on the basis of vegetative reactivity of the main players of different roles. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 137-142. (in Russ.)
4. Lavrent'eva D.A. Interrelation of motor asymmetry with features of movement portrait of swimmers aged 17-19 years in the selected type of activity. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2018, no. 3(157), pp. 188-191. (in Russ.)
5. Semenov Yu.N. The use of "Varicard" complexes for dosing the level of physical activity during sports training. Materials VI All-Russian Symposium "The Heart Rhythm and the Type of Autonomic Regulation in Assessing the Level of Public Health and Functional Fitness of Athletes". Udmurt State University, Izhevsk, May 24-26, 2016. pp. 251-256. (in Russ.)
6. Kurzanov A.N. Zabolotskikh N.V., Kovalev D.V. Functional reserves of the body: a monograph. Moscow: Academy of Natural Sciences, 2016. 95 p. (in Russ.)

7. Levshin I.V., Kuryanovich E.N. Monitoring of the functional state of highly qualified athletes and cadets at the stages of the training and competition cycle. *Actual Problems of Physical and Special Training of Law Enforcement Structures*, 2021, no. 2, pp. 210-216. (in Russ.)
8. Balabokhina T.V., Litvin F.B., Rudin M.V. Features of heart rate variability depending on the type of vegetative regulation in boys aged 8-12 years when playing soccer. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 4 (17), pp. 17-20. (in Russ.)
9. Terekhov P.A., Brook T.M., Litvin F.B. Features of orthostatic reaction of athletes with different types of autonomic regulation of heart rate. *Physical Education and Sports Training*, 2020, no. 4(34), pp. 155-164. (in Russ.)
10. Gavrilova E.A. Rhythm variability and sport. Prognosis of the functional state and competitive activity of an athlete. Saint Petersburg: Palmarium Academic Publishing, 2017. 180 p. (in Russ.)
11. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes: a monograph. Izhevsk: Udmurt State University, 2009. 259 p. (in Russ.)
12. Manresa-Rocamora A., Flatt A.A., Casanova-Lizón A., Moya-Ramón M. Heart rate-based indices to detect parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes. A meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*, 2021, vol. 31(6), pp. 1164-1182. (in Russ.)
13. Castillo-Aguilar M., Valdés-Badilla P., Herrera-Valenzuela T., Guzmán-Muñoz E., Delgado-Flooded P., Andrade D.C., Moraes M.M., Arantes R.M.E., Núñez-Espinosa C. Cardiac Autonomous Modulation in Response to Muscle Fatigue and Sex Differences During Consecutive Competition Periods in Young Swimmers: A Longitudinal Study. *Front Physiol*, 2021, vol.18 (12), pp. 769-785.
14. Fudin N.A., Khadartsev A.A., Orlov V.A. Biomedical technologies in physical culture and sports. Moscow: Sport. Chelovek, 2018. 320 p. (in Russ.)
15. Shlyk, N. I. Standards of variational range of cardiointervals at rest and orthostasis with different types of regulation in ski racers in the training process. *Science and Sports: Modern Tendencies*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 35-50. (in Russ.)
16. Shaposhnikova V.I. Chronobiology, individualization and prognosis in sports. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2002, no. 3, pp. 34-36. (in Russ.)
17. Uzdinova O.I. Biorhythmological features of the dynamics of physical performance and athletic performance in track and field runners of different sports qualifications. *Bulletin of the Adygea University*, 2006, no.2, pp. 244-247. (in Russ.)
18. Pankov D.A., Chernogorov D.N., Dubikov N.V., Kapralova P.L. Operational control of the functional state of highly qualified swimmers based on the analysis of heart rate variability indicators. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 12 (202), pp. 272-278. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор кафедры биологических дисциплин Смоленского государственного университета спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-8757>.

Олег Владимирович Калабин – кандидат биологических наук, доцент кафедры физвоспитания Вятского государственного университета, Киров, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>.

Ирина Александровна Васильева – кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры теории и методики водных видов спорта Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Казань, e-mail: tisa@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-5818>.

Ирина Александровна Злобина – мастер спорта России по плаванию, капитан сборной Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Казань, e-mail: irina_zlobina_951@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9848-1508>.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Fedor Borisovich Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2281-8757>.

Oleg Vladimirovich Kalabin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Vyatka State University, Kirov, e-mail: kalabinoleg@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5383-5007>.

Irina Aleksandrovna Vasil'eva – Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Theory and Methodology of Water Sports, Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: tisa@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-5818>.

Irina Aleksandrovna Zlobina – Master of Sports of Russia in swimming, captain of the national team, Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: irina_zlobina951@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9848-1508>.

Для цитирования: Вариабельность сердечного ритма как отражение эффективности учебно-тренировочных сборов / Ф.Б. Литвин, О.В. Калабин, И.А. Васильева, И.А. Злобина / Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_13

For citation: Litvin F.B., Kalabin O.V., Vasil'eva I.A., Zlobina I.A. Heart rate variability as a reflection of the training camps efficiency. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_13

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_14
УДК 004.85; 612.01

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_14
UDC 004.85; 612.01

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ОМИКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Н.Ф. Максютов, А.А. Муртазин, Е.И. Балакин, В.И. Пустовойт

Федеральное Государственное бюджетное учреждение «Государственный научный Центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, г. Москва, Россия

Аннотация. До недавнего времени отсутствовала возможность получения полной информации о состоянии сложных биологических систем, к которым относится функциональное состояние человека: как правило, для анализа применялись только данные одного вида, либо ограниченное их количество. Благодаря развитию омиксных технологий, алгоритмов машинного обучения для анализа данных, а также увеличению производительности компьютеров стало возможным применение интеграции омиксных данных с данными другого вида и использование комплексного подхода для анализа функционального состояния человека. Однако эти процессы сопряжены с рядом трудностей. В связи с этим был проведен обзор актуальных на данный момент способов интеграции омиксных данных с неомиксными, а также алгоритмов машинного обучения, применяющихся для анализа омиксных данных. Особое внимание уделено глубокому обучению, в основе которого лежат нейронные сети, как наиболее эффективному подходу для решения этих задач. Для введения в эту область даны определения основных терминов, используемых в анализе данных и машинном обучении. Также рассмотрены перспективы данной области, актуальные проблемы и способы их решения.

Ключевые слова: омиксные технологии, интеграция данных, машинное обучение в омиксах, глубокое обучение.

USING MACHINE LEARNING APPROACHES AND OMICS TECHNOLOGIES FOR ASSESSMENT OF HUMAN FUNCTIONAL STATE

N.F. Maksjutov, A.A. Murtazin, E.I. Balakin, V.I. Pustovoit

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Annotation. It was not possible to get full information about states of complex biological systems, including human functional state, for a long time, because data of one type or limited number of data types was used for analysis. Development of omics technologies, machine learning algorithms, and increased computer performance allowed to apply integration of omics data with other data types and using a complex approach for analyzing the human functional state. However, these procedures involve a few of challenges. This aspect was the reason for making this review of state-of-the-art methods of integration of omics with non-omics data and machine learning algorithms for analysis of omics data. Special attention was paid to deep learning as the most effective group of algorithms for completing these tasks. The introduction to this field includes definitions of the basic terms used in data analysis and machine learning. Future prospects, actual problems of the field and ways to solve them are also discussed.

Keywords: omics, data integration, machine learning in omics, deep learning.

Введение. *Омиксные технологии.* между собой и другими компонентами клетки. В зависимости от объекта исследования различают следующие виды омиксов: Омиксы – группа дисциплин в биологии, которая изучает различные биологические пулы молекул, их состав и взаимодействие геномика (ДНК), транскриптомика (РНК),

протеомика (белки) и метаболомика (метаболиты). Основные виды омиксов представлены на рисунке 1. Завершение проекта по секвенированию генома человека в 2003 году [1] стало важным этапом, после которого началось интенсивное развитие омиксных технологий. Их роль крайне важна для получения полной информации о состоянии клетки или организма,

так как биологические процессы регулируются не только на уровне ДНК, но и на уровне других биологических молекул [2]. Развитие омиксных технологий и удешевление процессов получения омиксных данных позволило применять системные подходы для анализа биологических систем [2].

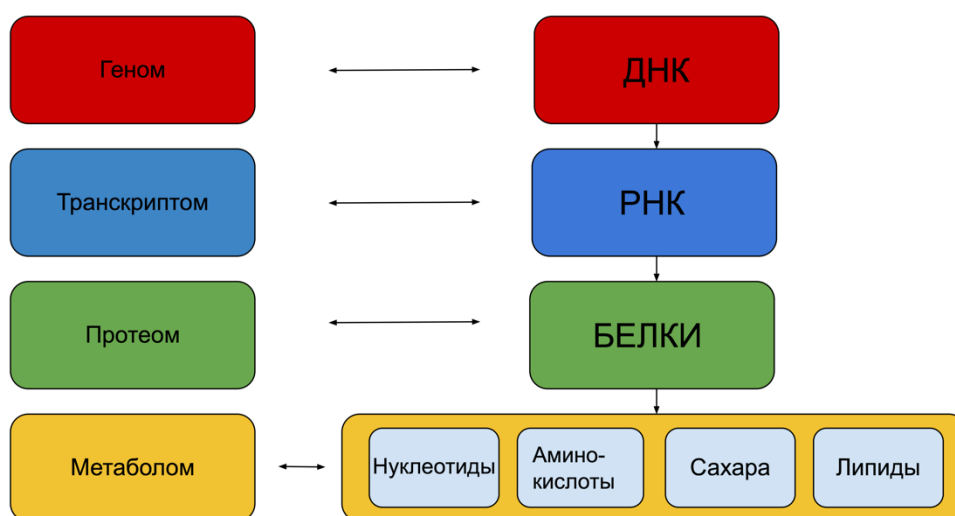


Рис. 1. Основные виды омиксов и биологических молекул, входящих в их состав.

Геномика. Геномика представляет собой междисциплинарную науку о картировании генов, а также структуре и функции генома, включающего всю последовательность ДНК, как кодирующие регионы, так и некодирующие, которые необходимы для развития и функционирования организма. Впервые этот термин был введен Томом Родериком в 1986 году при работе с генами человека [3]. Формирование этой науки произошло после завершения международного научного проекта по секвенированию генома человека в 2003 году [1]. Наиболее активно развивающиеся области геномики:

функциональная геномика, метагеномика и эпигеномика [4]. Более 30 лет единственным способом получения информации о последовательности ДНК являлось секвенирование по Сенгеру, но в дальнейшем стали широко использоваться методы высокопроизводительного секвенирования: пиросеквенирование, секвенирование путем синтеза, секвенирование с помощью лигирования и др. [5].

Транскриптомика. Транскриптомика – наука о совокупности всех молекул РНК (транскриптом) в организме или клетке, а также изменении их состава при различных

условиях. Транскриптом включает в себя кодирующие и некодирующие участки РНК. К первой группе относятся матричные РНК, а ко второй – рибосомальные РНК, транспортные РНК, длинные некодирующие РНК, малые интерферирующие РНК и др. [6]. Транскриптом, в отличие от генома, который на протяжении всей жизни организма остается неизменным в соматических клетках, постоянно меняется в зависимости от внешних и внутренних факторов, поэтому изучение транскриптома позволяет получить информацию о состоянии клетки или организма. Также он позволяет получить не только информацию о геноме на уровне транскрипции, но и понимание о структуре и функции гена и регуляции его экспрессии. К современным методам секвенирования РНК относят ONT nanopore sequencing, Geo-seq, Slide seq [7].

Протеомика. Протеомика включает в себя анализ всех белков в клетке, органе или организме. Протеоформа – модификация канонической аминокислотной последовательности белка, причем разные протеоформы одного и того же белка могут выполнять различные функции [8]. Изучение протеома является более сложной задачей, чем изучение генома, так как геном человека насчитывает около 20 000 белок-кодирующих генов, а количество протеоформ по разным оценкам составляет от нескольких сот тысяч до миллионов [9]. Такое значительное количество обусловлено как постраскрипционными процессами, так и пострасляционными, включающими в себя гидроксирование, убиквитинилирование, метилирование и др. [8]. Состав протеома непостоянен и зависит от многих факторов, поэтому он является одним из основных индикаторов состояния клетки или организма, однако ввиду своей сложности его анализ сопряжен с большими трудностями. Основным методом исследования протеома является масс-спектрометрия, который основан на определении отношения массы к заряду ионов [2].

Метаболомика. Метаболом включает в себя молекулы с различными физико-химическими свойствами: нуклеотиды, аминокислоты, сахара и липиды, что вызывает большие трудности при его анализе [10]. Поэтому основной стратегией анализа метаболитов заключается в разбиении их по группам и последующим анализе каждой из них. Принадлежность к той или иной группе определяется полярностью молекул, общими функциональными группами, а также структурным сходством [11]. Состав метаболома обладает высокой динамичностью и поэтому, так же, как и протеом, наиболее точно характеризует текущее состояние клетки или организма. Существуют два подхода анализа метаболома – нетаргетный и таргетный [2]. В первом случае происходит анализ максимального возможного числа метаболитов, а во втором – только выбранных. Таким образом, нетаргетный подход позволяет сформулировать гипотезу: например, определенные метаболиты ответственны за тот или иной фенотип, а таргетный подход позволяет подтвердить или опровергнуть эту гипотезу. Для анализа метаболома используются спектроскопия ядерного магнитного резонанса, газовая хромато-масс-спектрометрия, жидкостная хроматография с тандемной масс-спектрометрией и другие методы [12].

Искусственный интеллект. Искусственный интеллект (ИИ) – это способность системы корректно интерпретировать данные, обучаться на этих данных и за счет этого обладать способностью выполнять различные задачи. Развитие этой науки началось в 50-х годах прошлого века. Также под термином "искусственный интеллект" имеют в виду способность компьютеров симулировать интеллект человека и решать задачи, которые невозможно решить классическими алгоритмами. Например, к таким задачам относятся предсказание будущих результатов на основе имеющихся данных, распознавание речи, естественная обработка языка и компьютерное зрение. В ИИ встречаются такие термины, как «машинное обучение (МО)», «нейронные

сети», «глубокое обучение». Из-за новизны этой области науки часто встречаются путанности в этих терминах. Определения этих терминов и их иерархия представлены на рисунке 2. В ИИ различают множество алгоритмов и МО – одна из таких групп, в

основе которых лежат статистические методы. Эти алгоритмы получили стремительное развитие в последние годы и нашли практическое применение в самых различных областях, благодаря увеличению производительности компьютеров и накоплению большого количества данных.

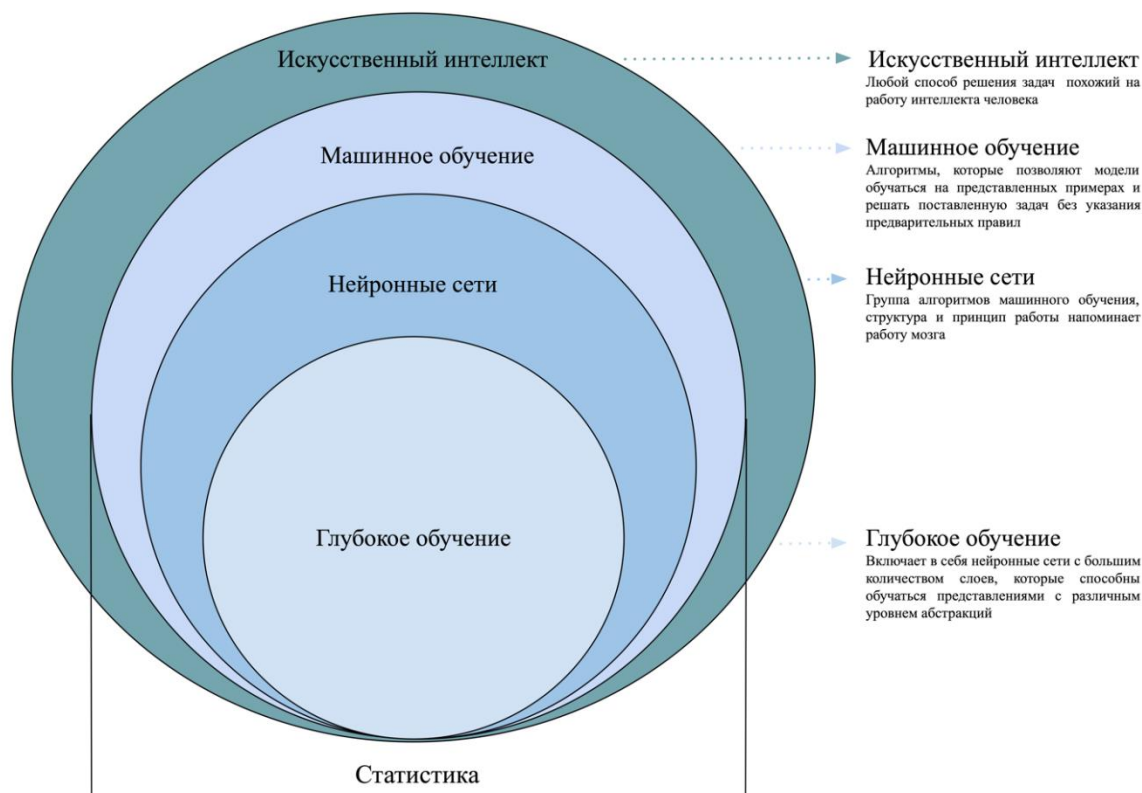


Рис. 2. Основные понятия ИИ

Этапы развития ИИ. Различают три этапа развития (или мощности ИИ): слабый ИИ (weak AI), сильный ИИ (strong AI) и супер-ИИ. Их основные параметры представлены в таблице 1. Слабый ИИ – единственный вид ИИ, который существует на данный момент. Его способности ограничиваются только решениями заранее определенного вида задач, однако даже на таком уровне модель способна показывать результаты лучше, чем человек. Примерами таких моделей является голосовые ассистенты, автопилоты и чат-боты. Для своей работы эти системы используют данные для

обучения и не способны выполнять другие задачи [13].

Машинное обучение. Машинное обучение – это область ИИ, в которой используются статистические алгоритмы для создания систем, которые обладают способностью самостоятельно обучаться на данных и улучшать результаты, это отличает машинное обучение от классических алгоритмов в информатике. Главное отличие классических алгоритмов от алгоритмов МО заключается в том, что в первом случае вводятся правила, составленные человеком, которым должна следовать программа и решить поставленную задачу, а программа,

в основе которой лежат алгоритмы МО, должна найти способ самостоятельно находить эти правила (рис. 3). Также часто МО называют статистическим обучением.

Классификация алгоритмов машинного обучения. Существует большое количество

способов классификации алгоритмов МО, один из них представлен на рисунке 4.

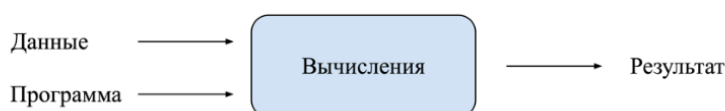
Классическое обучение. Алгоритмы классического обучения разделяются на две группы: с учителем (supervised learning) и без учителя (unsupervised learning).

Таблица 1

Уровни искусственного интеллекта

	Слабый ИИ	Сильный ИИ	Супер-ИИ
Области применения	Только определенные	Включает в себя несколько сфер	Любая область применения
Автономность	Не способен автономно решать проблемы в других областях	Способен автономно решать задачи в других областях	Способен решать проблемы в разных областях одновременно
Сравнение с человеческим интеллектом	Превосходит, либо равен человеческому только при решении определенных задач	Превосходит, либо равен человеческому в нескольких областях	Превосходит человеческий интеллект в любой сфере

Программа на основе классических алгоритмов



Программа на основе алгоритмов машинного обучения

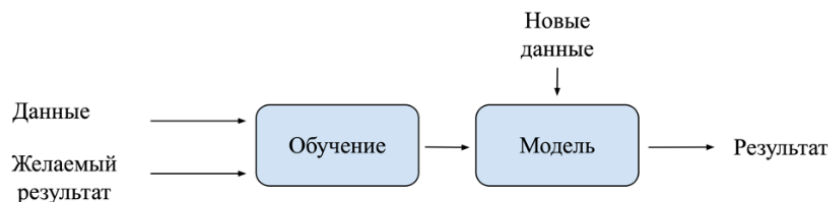


Рис. 3. Отличие алгоритмов МО от классических алгоритмов

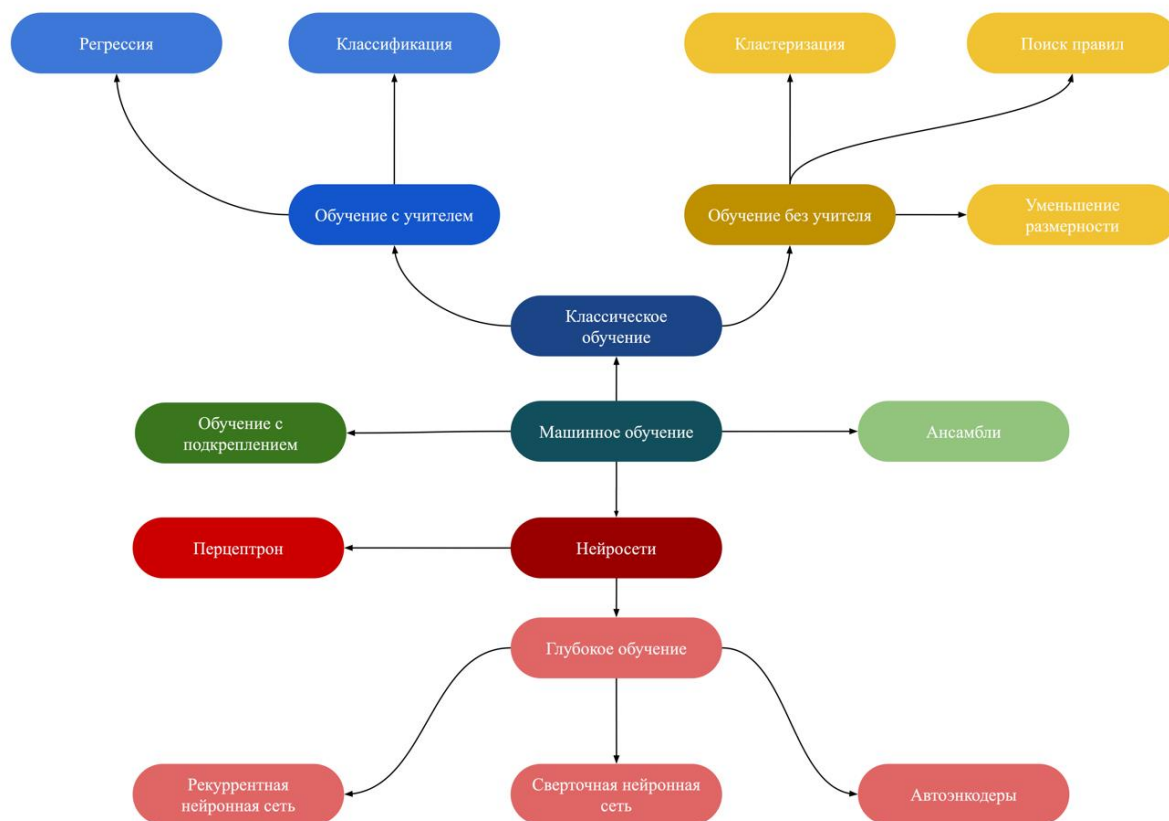


Рис. 4. Основные алгоритмы машинного обучения

Таблица 2

Сравнение алгоритмов обучения с учителем и без учителя

	Обучение с учителем	Обучение без учителя
Определение	Вид машинного обучения, работа которого осуществляется с помощью учителя, который предоставляет заранее размеченные данные	Вид машинного обучения, работа которого осуществляется без участия человека, программа самостоятельно пытается находить паттерны в неразмеченных данных
Входные данные	Размеченные	Неразмеченные
Условия применения	Заранее известно, что должно быть результатом работы программы	Заранее результат неизвестен
Цели	Если необходимо предсказать числовое значение, то используются регрессия, а если переменная категориальная – классификационные методы	Кластеризация и поиск ассоциаций

Продолжение таблицы 2

Примеры алгоритмов	<ul style="list-style-type: none"> • Наивный Байес • Метод опорных векторов • Линейная регрессия • Логистическая регрессия • Деревья решений 	<ul style="list-style-type: none"> • Метод k-средних • Метод главных компонент • Алгоритм Apriori
Области применения	<ul style="list-style-type: none"> • Спам-фильтры • Прогнозирование цены или спроса • Распознавание изображений 	<ul style="list-style-type: none"> • Рекомендательные системы • Поиск аномалий • Препроцессинг данных для дальнейшего анализа с помощью обучения с учителем

Обучение с учителем. В этой группе алгоритмов есть некий учитель, заранее разметивший все данные, на которых будет обучаться модель. Задачи, где используются алгоритмы классического обучения, делятся на два типа: предсказание категории объекта или предсказание значения параметра. Соответственно, в первом случае могут использоваться линейная или полиномиальная регрессия, а во втором – наивный Байес, деревья решений, логистическая регрессия, машины опорных векторов и др. [14]. К прикладным задачам классификации относятся спам-фильтры, определение языка, поиск похожих документов, анализ тональности текста, распознавание рукописных букв и цифр, определение подозрительных транзакций в банковской сфере.

Обучение без учителя. Алгоритмы обучения без учителя были изобретены значительно позже – в 90-е годы прошлого века. Они используются для кластеризации, уменьшения размерности и поиска ассоциативных правил.

Кластеризация. Кластеризация – это классификация без заранее известных классов. При этом алгоритм сам ищет похожие объекты, а затем объединяет их в кластеры. Количество кластеров можно задать заранее или позволить модели определить их самостоятельно. Основные алгоритмы кластеризации: метод K-средних, Mean-Shift, DBSCAN. Применяется в сжатии изображений, объединении точек на карте и разметке новых данных.

Уменьшение размерности. Алгоритм этой группы собирает признаки в абстракции. Используется в рекомендательных системах, визуализации, определении тематики, поиске похожих объектов, риск-менеджменте, при оверфиттинге модели, мультиколлинеарности, факторном анализе, сжатии изображений, уменьшении времени обучения модели. Алгоритмы: Метод главных компонент (PCA), Сингулярное разложение (SVD), Латентное размещение Дирихле (LDA), Латентно-семантический анализ (LSA, pLSA, GLSA), t-SNE.

Обучение на ассоциативных правилах. Используется для поиска взаимосвязей между переменными в датасете. Применяется для анализа товаров, покупаемых вместе, в медицине для установления диагноза и секвенировании белков и интеграции омиксных данных [15]. Популярные алгоритмы: Apriori, Euclat, FP-growth.

Ансамблевые методы. Ансамблевые методы представляют собой представляет собой подход, при котором несколько моделей обучаются на одних и тех же данных, а затем происходит их объединение, в результате итоговая точность модели превосходит точность каждой отдельной модели. Популярные алгоритмы: Random Forest, Gradient Boosting. Существуют три способа составления ансамблей: стеккинг, беггинг, бустинг:

- *Стеккинг.* Происходит обучение различных алгоритмов, затем передача результатов их работы на вход последнему, который принимает финальное решение.

- Беггинг. В этом случае осуществляется обучение одного и того же алгоритма, но на разных выборках из исходного датасета. Затем происходит усреднение этих результатов. Популярны алгоритмы: Random Forest.

- Бустинг. Бустинг – принцип последовательного построения алгоритмов, при котором каждый следующий этап обучения происходит на тех данных, которые вызвали проблемы на предыдущем этапе обучения. Таким образом, комбинация нескольких алгоритмов позволяет значительно увеличить точность. Популярны методы бустинга: XGBoost, CatBoost и LightGBM.

Обучение с подкреплением. Задача – минимизировать ошибки, а не рассчитать все ходы. Применение в автопилотах, торговле на биржах. В отличие от других алгоритмов, основной задачей машинного обучения является не анализ данных, а существование интеллектуального агента в среде с минимализацией ошибок. Осуществляются повторяемые взаимодействия с окружающей средой, а ситуации запоминаются как простой Марковский процесс.

Некоторые области применения: автопилоты, торговли на биржах. Популярны алгоритмы: генетический алгоритм, Q-Learning, SARSA, DQN, A3C. [16].

Искусственные нейронные сети (ИНС) и глубокое обучение. Искусственные нейронные сети – группа алгоритмов машинного обучения, чья структура и принцип работы напоминают работу мозга. ИНС состоит из нейронов или узлов и связей между ними, которые являются аналогами аксонов или дендритов у биологических нейронов и способны иметь различный вес. Нейрон ИНС можно представить в виде функции, на вход которой подаются n числа от w_1 до w_n , и которая производит некую операцию над ними, а затем выдает на выход результат со значением от 0 до 1 (рис 5) [17].

В качестве примера можно представить нейрон, на вход которому подаются числа 2, 3 и 4, затем он считает их среднее значение $Z = (4+3+2)/3=3$, и если это среднее больше определенного числа (например 2), то нейрон на выход подает единицу, если меньше – то ноль (рис. 6).

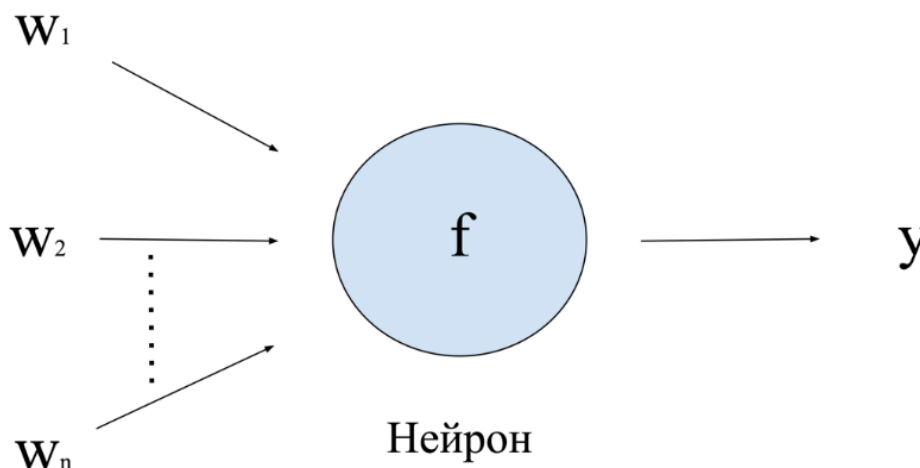


Рис. 5. Схема искусственного нейрона

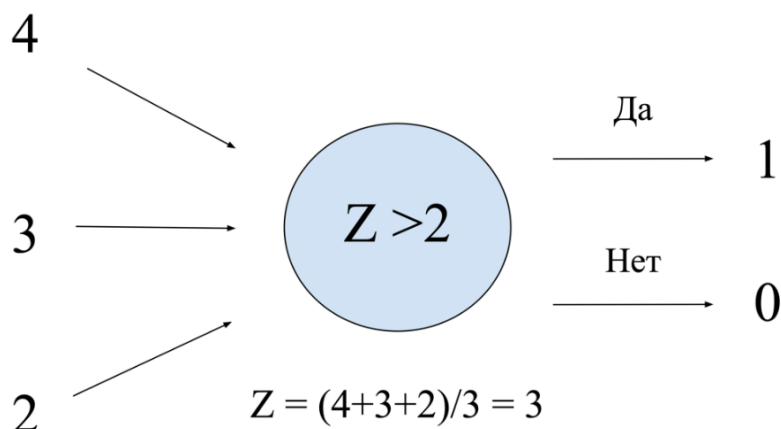


Рис 6. Принцип работы искусственного нейрона

С точки зрения математического представления все выходные значения из одного слоя являются вектором, а веса связей между нейронами – матрицами, у которых каждая колонка – это совокупность связей одного слоя к определенному нейрону следующего слоя. При обучении нейросети, которое может быть как с учителем, так и без него, подбираются значения весов связей таким образом, чтобы обеспечить наиболее точный результат. Наиболее широко используемым методом обучения нейронной сети является метод обратного распространения ошибки [18]. На текущий момент, благодаря достаточной производительности современных компьютеров, нейросети способны заменить многие алгоритмы машинного обучения и обладают большей точностью.

Топология нейронных сетей. В ИНС различают три вида слоя: входящий, скрытый и выходящий. Создание нейронной сети включает в себя определение количества слоев и нейронов в каждом из них, а также конфигурацию связей между нейронами. Определение значений этих параметров происходит, как правило, в процессе обучения нейросети.

Взаимосвязь внутри нейронной сети может быть построена простым способом,

когда нейроны одного слоя могут связаться только с нейронами другого слоя, либо нейроны одно слоя могут связываться с другим и нейронами других слоев. Также нейросети могут быть прямого распространения, либо обратного распространения. Некоторые виды ИНС представлены на рисунке 7.

Глубокое обучение. Не существует строгого разграничения между обычными нейронными сетями и нейронными сетями глубокого обучения. Однако в последнем случае подразумевают ИНС с большим количеством скрытых слоев, которые также обладают способностью к обучению представлениями, т.е. нейросеть сама способна определять признаки, необходимые для ее работы [19]. К преимуществам глубокого обучения относят высокую точность по сравнению с другими алгоритмами машинного обучения, но для этого необходимы очень большие объемы данных и высокая вычислительная мощность компьютера (рис. 8). Глубокие нейронные сети нашли применение в таких сложных задачах, как распознавание объектов на изображении, машинный перевод и голосовые помощники.

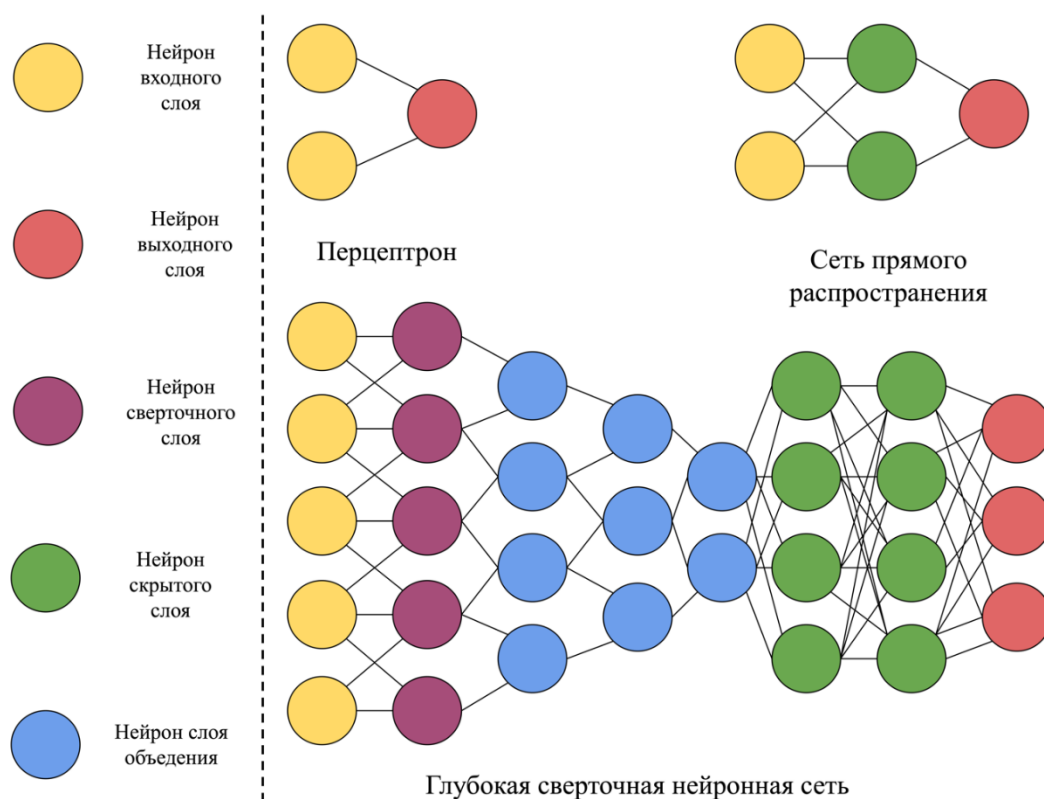


Рис. 7. Архитектура нейронных сетей

Примечание: представлены простейшая нейронная сеть – перцептрон, сеть прямого распространения и глубокая сверточная нейронная сеть

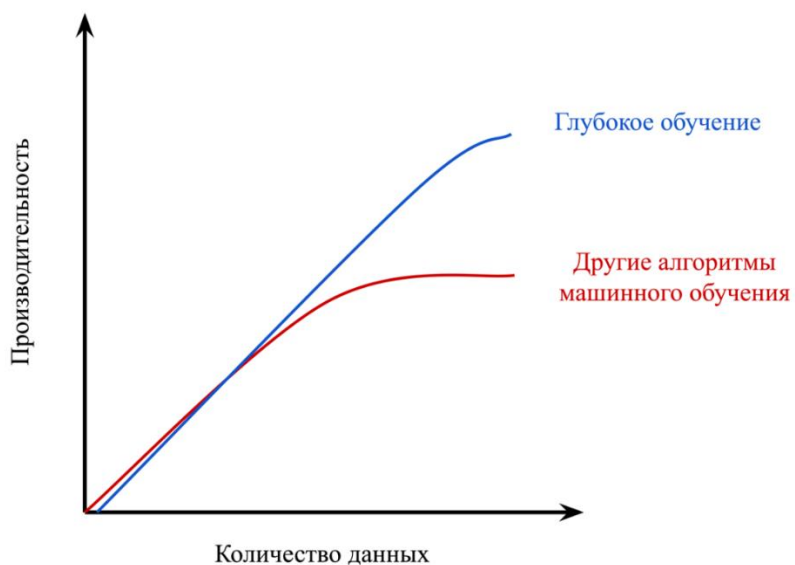


Рис. 8. Производительность алгоритмов глубокого обучения по сравнению с другими алгоритмами машинного обучения

Проблемы анализа мультиомиксных данных с помощью машинного обучения. Гетерогенность, недостаточность данных и выбросы. Омиксные данные, как правило, очень гетерогенные [20]. Например, транскриптомика и протеомика используют разные способы нормализации, это приводит к отличающимся друг от друга динамическими диапазонам и распределениям [21]. Кроме того, некоторые омиксы имеют недостаточное количество данных. Это особенно актуально для метаболомики: некоторые метаболиты присутствуют в количестве, недостаточном для их обнаружения [22]. Таким образом, вменение и обнаружение выбросов должны осуществляться для каждого омикса по отдельности перед проведением дальнейшего анализа [23-24].

Дисбаланс классов и переобучение. В задачах классификации с применением мультиомиксных технологий некоторые классы встречаются значительно реже, чем другие, это приводит к дисбалансу классов в датасете [25]. Модель, обученная на таких данных, может быть переобученной, то есть обладать высокой точностью на тренировочном датасете, но низкой – на анализируемых данных. Существуют несколько способов решения этой проблемы:

- 1) сбор наибольшего возможного количества;
- 2) использование нормализованных метрик для оценки модели, например, F1-Score или Карра;
- 3) применение oversampling или undersampling;
- 4) использование искусственной генерации выборки, например, SMOTE [26] или ADASYN для недопредставленного класса [27].

Также для балансировки компромисса «отклонение-дисперсия» могут быть использованы регуризация, бэггинг, оптимизация и кросс-валидация [28].

Количество признаков больше, чем данных. Одним из главных недостатков омиксных датасетов является "проклятие размерности", то есть количество семплов

меньше, чем количество омиксных признаков [29]. Итоговое мультиразмерное пространство часто содержит коррелирующие признаки, которые могут отрицательно сказаться на обучении модели [30]. Размерность пространства можно уменьшить с помощью выделения признаков. Среди часто используемых способов уменьшения размерности выделяют метод главных компонент [31], линейный дискриминантный анализ [32], многомерное шкалирование [33]. Также выделение признаков позволяет найти те признаки, которые повышают точность модели.

Методы и организация исследования. Проведен обзор научных публикаций в электронных базах данных PubMed, Scopus и ScienceDirect за 2016-2022 гг., используя различные комбинации ключевых слов: Multi-omics, Integration, Machine Learning, Deep Learning, Integrative Analysis, Data Integration, Sportomics, Non-Omics Data.

Результаты исследования и их обсуждение. *Методы интеграции омиксных данных.* Анализ биологических систем является трудной задачей ввиду их высокой сложности, и лишь в последние годы благодаря развитию статистических методов, омиксных технологий и увеличению производительности компьютеров появилась возможность применения интегративного подхода к анализу группы омиксов различного вида. Разделяют следующие подходы интегративного анализа: метод слияния, метод модели и метод трансформации, каждый из них которых обладает своими преимуществами и недостатками (табл. 3) [21, 34, 35, 36] (рис. 9). Другие авторы также предлагают интеграцию, ориентированную вверх и ориентированную вниз. [37-38].

Метод слияния. При этом способе интеграции происходит объединение матриц с омиксными данными в одну общую матрицу до момента создания модели. После этого этапа выбор статистического метода анализа обычно не вызывает проблем. К основным недостаткам можно отнести то, что этот метод не учитывает различные распределения у разных омиксов, также

происходит увеличение размерности данных, что осложняет дальнейший анализ. Для решения этих проблем можно воспользоваться нормализацией признаков и их отбором. Также при большом количестве признаков может быть использован их отбор с помощью таких алгоритмов, как метод главных компонент, линейный дискриминантный анализ и многомерное шкалирование [39].

Метод модели. При использовании этого подхода для каждой матрицы с данными происходит создание промежуточных моделей, которые затем интегрируются в итоговую модель. Основным преимуществом является то, что эти методы могут быть использованы для слияния моделей, основанных на разных видах омиков [27, 36].

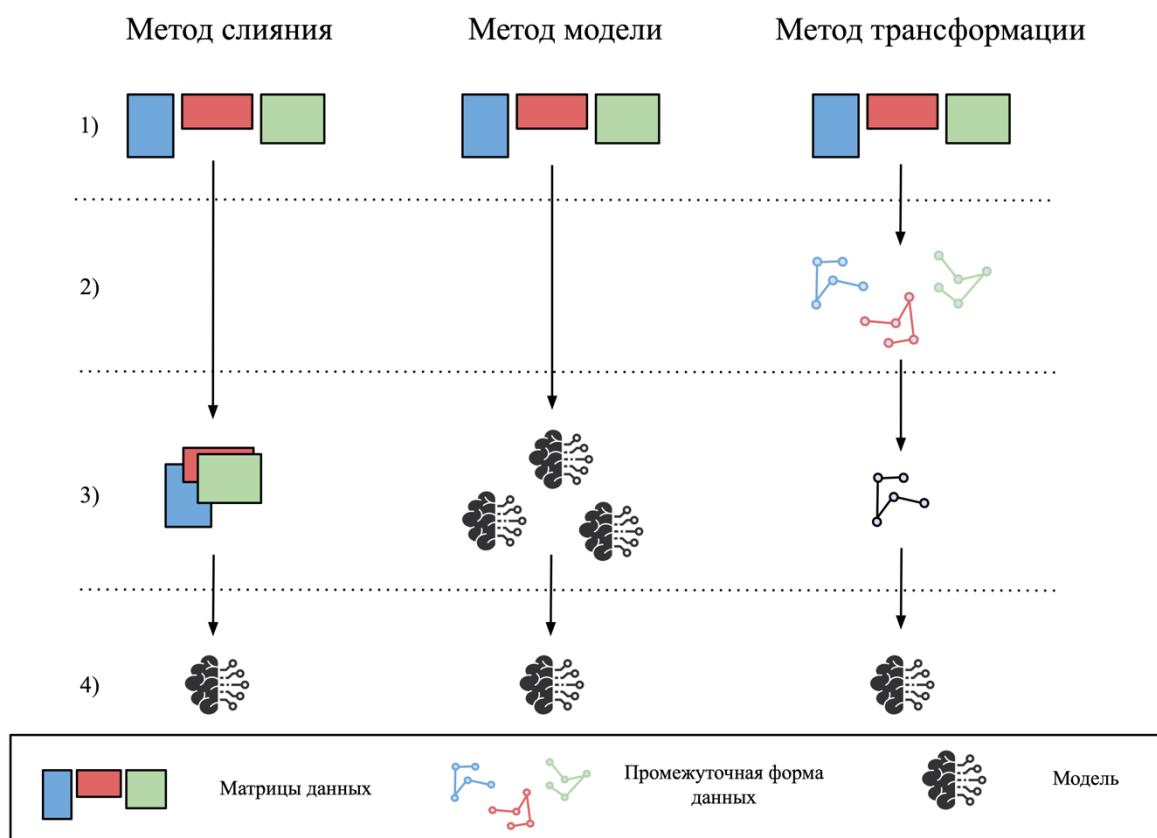


Рис. 9. Основные методы интеграции омических данных

Таблица 3

Алгоритмы машинного обучения для каждого из подходов интеграции омических данных

Интегративный подход	Примеры алгоритмов		Преимущества	Недостатки
	С учителем	Без учителя		
Основанные на слиянии	<ul style="list-style-type: none"> • Дерево решений • Наивный Байес • Нейронные сети • Метод опорных векторов • Метод k-ближайших соседей • Случайный лес 	Множество методов классификации и анализа ассоциаций (например, основанные на неотрицательном матричном разложении)	<ul style="list-style-type: none"> • Легкость в реализации • Возможность использования классических методов обучения 	<ul style="list-style-type: none"> • Для реализации желательно иметь в наличии все омические данные • Необходимость нормализации

				перед объединением
--	--	--	--	--------------------

Продолжение таблицы 3

				<ul style="list-style-type: none"> • Не учитывается уникальное распределение для каждого омикса • Крайне ресурсозатратны
Основанные на модели	<ul style="list-style-type: none"> • Алгоритм большинства голосов Бойера-Мура • Иерархические классификаторы • Ансамблевые методы • Метод k-ближайших соседей 	<ul style="list-style-type: none"> • Непараметрические Байесовские модели • Анализ формальных понятий • Интеграция множественных датасетов • Консенсусная кластеризация 	<ul style="list-style-type: none"> • Позволяет получить представление о взаимодействиях между омиксами • Омиксы могут быть из разных образцов при условии одинаковых фенотипов • Не происходит увеличение размерности данных 	<ul style="list-style-type: none"> • Неэффективны при гетерогенности данных • Высокая вероятность оверфиттинга • Слабые сигналы могут быть потеряны
Основанные на трансформации	<ul style="list-style-type: none"> • Полуопределенное программирование опорных векторов • Метод релевантных векторов 	<ul style="list-style-type: none"> • Методы, основанные на графах и нулевых пространствах матриц • Мета-аналитический метод опорных векторов 	<ul style="list-style-type: none"> • Представление в виде графов наглядно и не так требовательно к наличию больших вычислительных ресурсов • Kernel methods обеспечивают самую высокую производительность 	В некоторых случаях трансформация может вызывать трудности

Метод трансформации. При этом подходе каждый датасет сначала трансформируется в графы или матрицы нулевого пространства, затем происходит их объединение перед созданием модели. Основным достоинством данных методов является возможность комбинирования большого количества омиксов разных видов при наличии уникального идентификатора каждого из них. Также этот подход позволяет сохранить информацию о свойствах каждого из типа данных [36].

Интеграция омиксных данных с другими видами данных. В работе Evangelina López de Maturana было предложено три

подхода к интеграции омиксных и не-омиксных данных: независимое моделирование, моделирование с условием и совместное моделирование (рис. 10) [40]. В исследованиях, в которых была произведена интеграция данных, была показана большая точность, чем при использовании отдельно только омиксных или неомиксных данных. Однако в некоторых случаях это увеличение точности было незначительным [41-42]. Оно зависело от таких факторов, как выбор стратегии объединения данных, видов омиксных и неомиксных данных и результата (например, количество фенотипов) [43].

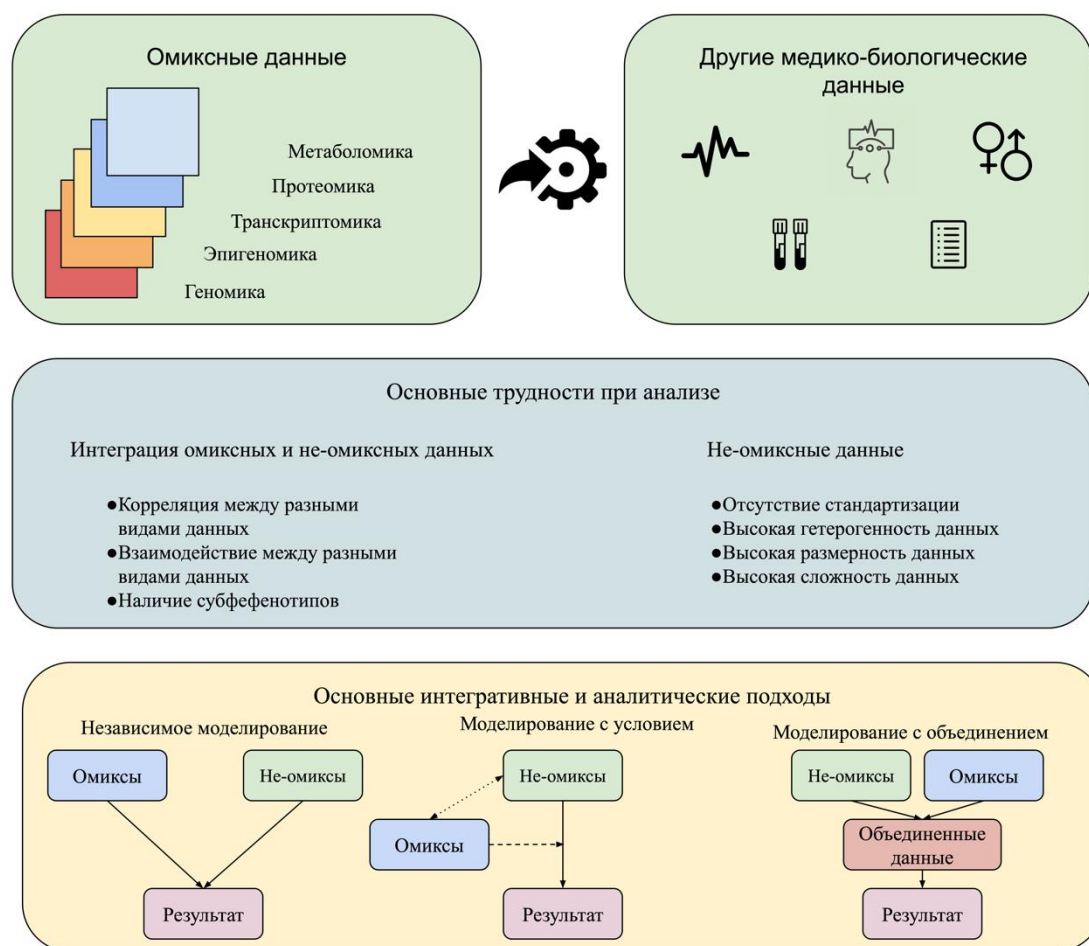


Рис. 10. Стратегии для интеграции омиксных данных с данными другого вида

Независимое моделирование. При независимом подходе, который также имеет название «поздняя интеграция», омиксные и неомиксные модели создаются независимо друг от друга: омиксная модель включает в себя только омиксные данные, неомиксная

модель создается независимо от омиксных переменных, и фиттинг модели происходит с участием предварительно отобранных не-омиксных параметров [44]. В обоих случаях обязательным этапом будет являться отбор признаков и уменьшение размерности.

Независимо отобранные омиксные и неомиксные переменные используются в финальной модели. Благодаря своей простоте именно эта стратегия является часто используемой, но к недостаткам относится то, что в этом случае не всегда удается определить корреляцию и взаимодействия омиксных и неомиксных данных. Для решения этой проблемы были предложены подходы, основанные на деревьях решений, однако их применение было реализовано на клинических данных и данных с уровнем экспрессии генов, поэтому возможность применения данного способа при анализе с другими видами омиксов остается под вопросом [45-46].

Моделирование с условием. Первым этапом при моделировании с условием является определение модели, основанной только на неомиксных данных, к которой затем добавляются омиксные параметры. То есть, основным моментом будет являться решение, какие именно омиксные параметры будут добавлены в модель. Это может быть осуществлено в различных вариантах: унивариантный отбор и частичное уменьшение размерности.

При унивариантом отборе параметр омиксных данных будет добавлен в модель, если его включение увеличит точность модели. Довольно часто при выборе этого подхода итоговая модель имеет точность ниже, чем при использовании только неомиксных данных, поэтому его использование оправдано в редких случаях [47].

Другой подход, показывающий лучшие результаты, включает в себя уменьшение

размерности в объединенной модели только омиксных данных. Одним из методов его реализаций является метод наименьших квадратов – частично наименьших квадратов (least squares-partial least squares – LS-PLS) [43]. Стоит иметь в виду, что при использовании этого метода часто приходится сталкиваться с проблемой сходимости, а точность модели зависит от степени коллинеарности между различными типами данных. Помимо LS-PLS для уменьшения размерности омиксных данных могут использоваться ридж-регрессия и регрессия наименьшего абсолютного значения и оператора выбора [43, 48, 49]. Основным недостатком перечисленных методов является их высокая ресурсозатратность.

Совместное моделирование. Различают два подхода при совместном моделировании: поэтапный и параллельный. В первом случае происходит отдельный анализ ассоциаций между различными типами данных и затем с результатом, а во втором случае – одновременный анализ различных типов данных. Ritchie с соавт. предложил классифицировать параллельный подход так же, как и методы анализа омиксных данных, на три группы: интеграция, основанная на слиянии, основанная на трансформации и основанная на модели (рис. 11) [36]. Одна из первых работ, где использовался параллельный подход, была выполнена Sun с соавт., в ней была выполнена интеграция со слиянием и совместный отбор признаков омиксных и неомиксных данных с помощью алгоритма i-relief [50].

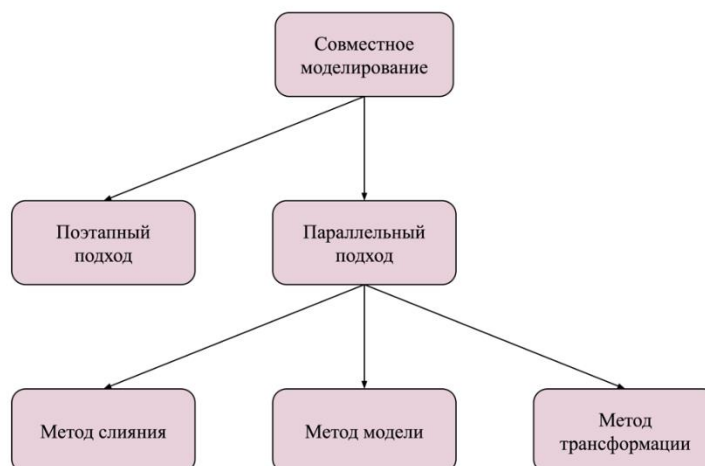


Рис. 11. Виды совместного моделирования омиксных и неомиксных данных

Заключение. Применение системных подходов для анализа омиксных и неомиксных данных стало возможным благодаря развитию омиксных технологий и статистических методов их анализа. Различают три подхода интеграции данных разного вида для создания гибридных моделей: независимый, с условием и совместный. На данный момент в литературе описываются только случаи интеграции многомерных омиксных с малоразмерными неомиксными данными, однако все три подхода интеграции также могут применяться и для многомерных неомиксных данных, причем эти случаи будут встречаться чаще ввиду увеличения количества информации из различных источников, например, из медицинских электронных карт и индивидуальных сенсоров, регистрирующих различные физиологические сигналы. Как правило, любой подход интеграции омиксных и неомиксных данных требует предварительного отбора признаков, уменьшения размерности и регуляризации.

Совместный подход создания модели является предпочтительным для интеграции многомерных омиксных и неомиксных данных, так как он позволяет определить корреляцию между двумя типами данных, даже несмотря на большую сложность системы. Дальнейший выбор поэтапного

или параллельного подхода зависит от цели анализа: увеличение точности предсказания фенотипов или тест ассоциаций. Поэтапный подход, который моделирует отношения между различными размерностями данных, будет предпочтительным, когда целью является получение информации о механизмах, которые обуславливают тот или иной фенотип. Параллельный подход, в свою очередь, используется, когда основная цель – улучшить точность прогнозирования классификации, а моделирование и понимание механизмов, лежащих в основе этой классификации, отходят на второй план. Для понимания комплекса характеристик, ответственных за то или иное состояние, требуется не только понимание биологической системы, но и комбинаторного эффекта набора других факторов.

Интеграция омиксных и неомиксных данных позволяет улучшить точность классификации, определить новые параметры, оказывающие наибольшее влияние, и определенно внесет свой вклад в развитие прецизионных подходов в медицине. Исходя из вышеизложенного, дальнейшее развитие методов стандартизации и валидации является актуальной задачей для интегративного подхода к анализу биологических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hood, L. The human genome project: big science transforms biology and medicine / L. Hood, L. Rowen // *Genome Medicine*. – 2013. – Vol. 5. – № 9 – pp. 79.
2. Narad, P. Omics Approaches, Technologies And Applications. / P. Narad, P. Arivaradarajan G. Misra. – Singapore: Springer Singapore, 2018. – pp. 1-10.
3. McKusick, V. A. Toward a complete map of the human genome / V. A. McKusick, F. H. Ruddle. // *Genomics*. – 1987. – Vol. 1. – № 2. – pp. 103-106.
4. Feinberg, A. P. Epigenomics reveals a functional genome anatomy and a new approach to common disease / A. P. Feinberg // *Nature Biotechnology*. – 2010. – Vol. 28. – № 10. – pp. 1049-1052.
5. Heather, J. M. The sequence of sequencers: The history of sequencing DNA / J. M. Heather, B. Chain // *Genomics*. – 2016. – Vol. 107. – № 1 – pp. 1-8.
6. Reviving the Transcriptome Studies: An Insight Into the Emergence of Single-Molecule Transcriptome Sequencing / B. Wang, V. Kumar, A. Olson, D. Ware // *Frontiers in Genetics*. – 2019. – Vol. 10. – pp. 384.
7. RNA sequencing: new technologies and applications in cancer research / Hong, M., Tao S. S., Zhang L. [et al] // *Journal of Hematology & Oncology*. – 2020. – Vol. 13. – № 1. – pp. 166.
8. Carbonara, K. Proteomes Are of Proteoforms: Embracing the Complexity / K. Carbonara, M. Andonovski, J. R. Coorssen // *Proteomes*. – 2021. – Vol. 9. – № 3. – pp. 38.
9. The Size of the Human Proteome: The Width and Depth / Ponomarenko E.A., Poverennaya E. V., Ilgisonis E. V. [et al] // *International Journal of Analytical Chemistry*. – 2016. – Vol. 2016. – pp. 1-6.
10. Kuehnbaum, N. L. New Advances in Separation Science for Metabolomics: Resolving Chemical Diversity in a Post-Genomic Era / N. L. Kuehnbaum, P. Britz-McKibbin // *Chemical Reviews*. – 2013. – Vol. 113. – № 4. – pp. 2437-2468.
11. Clish, C. B. Metabolomics: an emerging but powerful tool for precision medicine / C. B. Clish // *Cold Spring Harbor Molecular Case Studies*. – 2015. – Vol. 1. – № 1. – pp. a000588.
12. Targeted metabolomics / L. Roberts, A. Souza, R. Gerszten, C. Clish // *Current Protocols in Molecular Biology*. – 2012. – Chapter 30. – Unit 30.2.1-24.
13. Kaplan, A. Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence / A. Kaplan, M. Haenlein // *Business Horizons*. – 2019. – Vol. 62. – № 1 – pp. 15-25.
14. Jo, T. Machine learning foundations: supervised, unsupervised, and advanced learning / T. Jo. – Switzerland: Springer, 2021. – 411 p.
15. OmicsARules: a R package for integration of multi-omics datasets via association rules mining / D. Chen, F. Zhang, Q. Zhao, J. Xu // *BMC bioinformatics*. – 2019. – Vol. 20. – № 1 – pp. 554.
16. Shin J. Reinforcement Learning – Overview of recent progress and implications for process control / J. Shin, T. Badgwell, K. Liu, J. Lee // *Computers & Chemical Engineering*. – 2019. – Vol. 127. – pp. 282-294.
17. Zou, J. Artificial Neural Networks. / J. Zou, Y. Han, S-S. So. – Totowa, NJ: Humana Press, 2008. – pp. 14–22.
18. Rumelhart, D. E. Learning representations by back-propagating errors / D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams // *Nature*. – 1986. – Vol. 323. – № 6088 – pp. 533-536.
19. LeCun, Y. Deep learning / Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton. // *Nature*. – 2015. – Vol. 521. – № 7553 – pp. 436-444.
20. Methods for the integration of multi-omics data: mathematical aspects / Bersanelli M., Mosca E., Remondini D. [et al] // *BMC Bioinformatics*. – 2016. – Vol. 17. – № S2 – pp. S15.
21. Using machine learning approaches for multi-omics data analysis: A review / Reel P. S., Reel S., Pearson E. [et al] // *Biotechnology Advances*. – 2021. – Vol. 49. – pp. 107739.
22. Statistical Workflow for Feature Selection in Human Metabolomics Data / Antonelli, Claggett, Henglin [et al] // *Metabolites*. – 2019. – Vol. 9. – № 7 – pp. 143.
23. Liew, A. W.-C. Missing value imputation for gene expression data: computational techniques to recover missing data from available information / A.W.-C. Liew, N.-F. Law, H. Yan // *Briefings in Bioinformatics*. – 2011. – Vol. 12. – № 5 – pp. 498-513.
24. Bayesian Framework for Detecting Gene Expression Outliers in Individual Samples / Vivian J., Eizenga J. M., Beale H. C. [et al] // *JCO Clinical Cancer Informatics*. – 2020. – № 4 – pp. 160–170.
25. Designing and interpreting 'multi-omic' experiments that may change our understanding of biology / Haas R., Zelezniak A., Iacovacci J. [et al] // *Current Opinion in Systems Biology*. – 2017. – Vol. 6. – pp. 37-45.
26. SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique / N. Chawla, K. Bowyer, L. Hall, W.

- Kegelmeyer // *Journal of Artificial Intelligence Research*. – 2002. – Vol. 16. – pp. 321-357.
27. Application of Clinical Bioinformatics / Wang X., Baumgartner C., Shields D. C. [et al]. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2016. – pp. 23-57.
28. Hoboken, N. J. Statistical bioinformatics: a guide for life and biomedical science researchers / N. J. Hoboken. – Wiley-Blackwell, 2010. – 386 p.
29. Integrated omics: tools, advances and future approaches / B. Misra, C. Langefeld, M. Olivier, L. Cox // *Journal of Molecular Endocrinology*. – 2019. – Vol. 62. – № 1. – pp. R21-R45.
30. An introduction to statistical learning: with applications in R / Gareth M. James G. M., Witten D. [et al.] – New York: Springer, 2013. – 622 p.
31. Jolliffe, I. T. Principal component analysis 2nd ed / I. T. Jolliffe. – New York: Springer, 2002. – 488 p.
32. Martinez, A. M. PCA versus LDA / A. M. Martinez, A. C. Kak // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 2001. – Vol. 23. – № 2 – pp. 228-233.
33. Young, F. W. Multidimensional scaling: history, theory, and applications Hillsdale / F. W. Young. – Erlbaum Associates, 1987. – 336 p.
34. Rappoport, N. Multi-omic and multi-view clustering algorithms: review and cancer benchmark / N. Rappoport, R. Shamir // *Nucleic Acids Research*. – 2018. – Vol. 46. – № 20. – pp. 10546-10562.
35. Integration strategies of multi-omics data for machine learning analysis / Picard M., Scott-Boyer M.-P., Bodein A. [et al] // *Computational and Structural Biotechnology Journal*. – 2021. – Vol. 19. – pp. 3735-3746.
36. Methods of integrating data to uncover genotype-phenotype interactions / Ritchie M. D., Holzinger E. R., Li R. [et al] // *Nature Reviews Genetics*. – 2015. – Vol. 16. – № 2 – pp. 85-97.
37. Gligorijević, V. Methods for biological data integration: perspectives and challenges / V. Gligorijević, N. Pržulj. // *Journal of The Royal Society Interface*. – 2015. – Vol. 12. – № 112 – pp. 20150571.
38. Yu, X.-T. Computational Systems Biology / X.-T. Yu. – Springer New York, 2018. – pp. 109–135.
39. Sorzano, C. O. S. A survey of dimensionality reduction techniques / C. O. S. Sorzano, J. Vargas, A. P. Montano // *Published Online First*: 2014. DOI:10.48550/ARXIV.1403.2877
40. Challenges in the Integration of Omics and Non-Omics Data / López de Maturana, E., Alonso L., Alarcón P. [et al] // *Genes*. – 2019. – Vol. 10. – № 3 – pp. 238.
41. Prediction of non-muscle invasive bladder cancer outcomes assessed by innovative multimarker prognostic models / López de Maturana E., Picornell A., Masson-Lecomte A. [et al] // *BMC Cancer*. – 2016. – Vol. 16. – № 1 – pp. 351.
42. Deep Learning-Based Multi-Omics Integration Robustly Predicts Survival in Liver Cancer / K. Chaudhary, O. Poirion, L. Lu, L. Garmire // *Clinical Cancer Research: An Official Journal of the American Association for Cancer Research*. – 2018. – Vol. 24. – № 6 – pp. 1248-1259.
43. Bazzoli, C. Classification based on extensions of LS-PLS using logistic regression: application to clinical and multiple genomic data / C. Bazzoli, S. Lambert-Lacroix // *BMC Bioinformatics*. – 2018. – Vol. 19. – № 1 – pp. 314.
44. Predicting the prognosis of breast cancer by integrating clinical and microarray data with Bayesian networks / Gevaer O., De Smet F., Timmerman D., [et al] // *Bioinformatics (Oxford, England)*. – 2006. – Vol. 22. – № 14 – pp. e184-190.
45. Towards integrated clinico-genomic models for personalized medicine: combining gene expression signatures and clinical factors in breast cancer outcomes prediction / Nevins J. R., Huang E. S., Dressman H. [et al] // *Human Molecular Genetics*. – 2003. – Vol. 12. – Spec. № 2. – pp. R153-157.
46. Integrated modeling of clinical and gene expression information for personalized prediction of disease outcomes / Pittman J., Huang E., Dressman H. [et al] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2004. – Vol. 101. – № 22 – pp. 8431-8436.
47. Bøvelstad, H. M. Survival prediction from clinico-genomic models—a comparative study / H. M. Bøvelstad, S. Nygård, O. Borgan. // *BMC bioinformatics*. – 2009. – Vol. 10. – pp. 413.
48. Hoerl, A. E. Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems / A. E. Hoerl, R. W. Kennard. // *Technometrics*. – 1970. – Vol. 12. – № 1 – pp. 55-67.
49. Tibshirani, R. Regression Shrinkage and Selection Via the Lasso / R. Tibshirani // *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*. – 1996. – Vol. 58. – № 1 – pp. 267-288.
50. Improved breast cancer prognosis through the combination of clinical and genetic markers / Sun Y., Goodison S., Li J. [et al] // *Bioinformatics*. – 2007. – Vol. 23. – № 1. – pp. 30-37.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наиль Фанисович Максютков – младший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины центра спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, e-mail: Maksjytov.nail@gmail.com.

Артур Амирович Муртазин – младший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины центра спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России Москва, e-mail: aa.murtazin@gmail.com.

Евгений Игоревич Балакин – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной спортивной медицины ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, e-mail: evgbalakin@yandex.ru.

Василий Игоревич Пустовойт – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины центра спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва, e-mail: vipust@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Nail' Fanisovich Maksjutov – Junior Researcher in the Big Data and Precision Sports Medicine Laboratory, Sports Medicine and Rehabilitation Center, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, e-mail: Maksjytov.nail@gmail.com.

Artur Amirovich Murtazin – Junior Researcher in the Big Data and Precision Sports Medicine Laboratory, Sports Medicine and Rehabilitation Center, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, e-mail: aa.murtazin@gmail.com.

Evgenij Igorevich Balakin – Candidate of Medical Sciences, Senior in the Big Data and Precision Sports Medicine Laboratory, Sports Medicine and Rehabilitation Center, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, e-mail: evgbalakin@yandex.ru

Vasilij Igorevich Pustovoit – Candidate of Medical Sciences, Head of the Big Data and Precision Sports Medicine Laboratory, Sports Medicine and Rehabilitation Center, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency Moscow, e-mail: vipust@yandex.ru.

Для цитирования: Применение машинного обучения и омиксных технологий для оценки функционального состояния / Н.Ф. Максютков, А.А. Муртазин, Е.И. Балакин, В.И. Пустовойт // Современные вопросы биомедицины – 2022 – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_14

For citation: Maksjutov N.F., Murtazin A.A., Balakin E.I., Pustovoit V.I. Using machine learning approaches and omics technologies for assessment of human functional state. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_14

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_15
УДК 572.087 + 613.96

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_15
UDC 572.087 + 613.96

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА СТУДЕНТОК ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

В.П. Мальцев, А.А. Говорухина, Н.И. Ложкина-Гамецкая

Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут, Россия

Аннотация. Цель работы: изучение особенностей морфологического развития и компонентного состава тела студенток педагогических вузов Уральского региона. У 562 студенток 1-3 курсов (17-20 лет) педагогических вузов г. Челябинска (n=111), г. Тюмени (n=151) и г. Сургута (n=350) проведена оценка антропометрии и компонентного состава тела методом биоимпедансметрии (прибор Tanita BC-610). Полученные результаты отражают гармоничное морфологическое развитие большинства обследованных студенток Уральского региона, свойственное порядка 57% обследованных. Установлены статистически большие показатели массы тела, окружности грудной клетки и индекса массы тела студенток, обучающихся в Сургуте, обусловленные большим содержанием жировой массы тела, висцерального ожирения и статистически меньшим содержанием воды в организме обследованных.

Ключевые слова: морфологическое развитие, антропометрия, биоимпедансметрия, студентки, Уральский регион.

THE INDICATORS OF PHYSICAL DEVELOPMENT AND BODY COMPOSITION OF FEMALE STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITIES IN THE URAL REGION

V.P. Mal'tsev, A.A. Govorukhina, N.I. Lozhkina-Gametskaya

Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia

Annotation. The aim of the study was to examine the features of morphological development and body composition of female students of pedagogical universities in the Ural region. Anthropometry and body components were evaluated in 652 female students of 1-3 courses (17-20 years old) of pedagogical universities in Chelyabinsk (n=111), Tyumen (n=151) and Surgut (n=350) with the bioimpedance method (Tanita BC-610). The results obtained reflect the harmonious morphological development of most female students of the Ural region surveyed – about 57%. Statistically higher values of body mass, chest girth and body mass index of female students studying in Surgut were found due to a higher content of body fat mass, visceral obesity and statistically lower water content in the body of those surveyed.

Keywords: morphological development, anthropometry, bioimpedance, students, Ural region.

Введение. Закрепленные в нормативно-правовых документах здравоохранения и образования Российской Федерации положения о сохранении и укреплении здоровья учащейся молодежи обусловлены ведущими трендами сохранения человеческого капитала, как основополагающего звена социально-экономического развития отдельных регионов и государства в целом.

В то же время специалисты [1] констатируют высокий общий показатель заболеваемости с выраженной тенденцией

прироста частоты хронических болезней и сочетанных патологий в период школьного обучения последних лет. Период обучения в высшей школе в виду ряда причин сопряжен с риском развития дисфункций и хронической патологии здоровья.

Наиболее доступными и информативными критериями объективной оценки здоровья являются показатели морфологического развития организма студентов как критерий адаптации к условиям учебно-профессиональной деятельности [2].

Цель работы: изучение региональной особенности морфологического развития и компонентного состава тела студенток педагогических вузов Урала.

Методы и организация исследования. Проведено когортальное обследование 562 студенток 1-3 курсов (17-20 лет) Уральского региона гуманитарных профилей обучения педагогических вузов г. Челябинска (Южный Урал, n=111), г. Тюмени (Средний Урал, n=151) и г. Сургута (территории, приравненной к Крайнему Северу, n=350). Исследования проведены на добровольной основе, в межсессионный период (март-апрель 2021-2022 гг.).

Измерение основных антропометрических показателей длины (ДТ) и массы тела (МТ), с последующим расчетом весо-ростового индекса Кетле, окружности грудной клетки в покое (ОГК) произведено по стандартизированным методам, с использованием медицинских ростомера и весов. Компонентный состав тела определялся на основе биоимпедансметрии с помощью весов-анализаторов состава тела Tanita BC-610 (Япония), оценивающего содержание

жировой, мышечной массы тела, воды и висцерального жира в организме.

Статистический анализ полученных результатов проведен в среде Statistica v. 8.0. В виду отсутствия нормальности распределения некоторых показателей (тест Шапиро-Уилка) производили расчеты описательных статистических параметров медианы (Me) и интерквартильного размаха 25, 75 перцентилей (Q1-Q3), коэффициента вариации изучаемых признаков (CV). Анализ межгрупповых различий проводили с помощью непараметрического Н-критерия Краскела-Уоллиса. Сопоставление эмпирических частотных значений проводили с помощью критерия однородности распределения признака χ^2 (критерий Пирсона). Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Обобщенные результаты исследования основных антропометрических признаков морфологического развития обучающихся гуманитарных профилей педагогических вузов Уральского региона представлены в таблице 1.

Таблица 1

Средние показатели антропометрии студенток педагогических вузов Уральского региона, Me (Q1-Q3); CV

Показатель	Длина тела, см	Масса тела, кг	ОГК, см	ИМТ, у.е.
Сургут (n=350)	165,0 (160,0-170,0); 4,1	60,9 (53,0-68,6); 24,7	88,0 (83,0-93,0); 10,2	21,9 (19,9-25,0); 22,5
Тюмень (n=151)	166,0 (161,0-170,0); 4,0	57,0 (51,0-63,0) 23,9	85,0 (81,0-98,0); 9,3	20,6 (19,3-22,8); 19,6
Челябинск (n=111)	164,0 (161,0-168,0); 3,8	58,0 (53,0-66,0) 22,8	86,0 (83,0-91,0); 9,7	21,5 (19,6-24,1); 20,9
p-уровень	-	p (Сур-Тюм) = 0,001	p (Сур-Тюм) < 0,001	p (Сур-Тюм) = 0,007

Анализ основных антропометрических показателей студенток педагогических вузов Уральского региона позволил констатировать, что средний показатель длины тела у обследуемых не имеет статистически значимых различий и соответствует порядка 165 см. Как известно [3], длина тела

является генетически детерминируемым свойством, обусловленным также фенотипическим влиянием экологических факторов. При этом анализ показателей массы тела и окружности грудной клетки выявил значимо большие средние значения (порядка 3-4%) у студенток, обучающихся в

г. Сургуте, территории, приравненной к Крайнему Северу. Важно также отметить, что средние показатели массы тела и ОГК более вариативны, чем значения длины тела: коэффициент вариации ОГК примерно в 2,5 раза, а массы тела в 6 раз превышает значения вариативности длины тела обследованных вне зависимости от широтной поясности региона проживания. Большая изменчивость показателя массы тела и опосредованное им ОГК обусловлены средовым воздействием, прежде всего типом и культурой питания, экономическим благополучием и др. [4]. Выявленная особенность может отражать специфику структуры питания пришлого населения в суровых климатоэкологических условиях и более высокого экономического благополучия населения ХМАО-Югры. Полученные результаты согласуются с общемировой и общероссийской тенденцией большей распространенности избыточного веса тела среди населения с высоким социально-экономическим статусом и уровнем доходов [5].

В целом сопоставление средних абсолютных антропометрических показателей с данными других авторов, обобщенными в нашей предыдущей работе [6], отражает схожие результаты: длина тела в среднем соответствует 165 см, масса тела – 58 кг, ОГК – 86 см, что может свидетельствовать об оптимальном антропометрическом развитии, соответствующем возрастно-половым критериям региона проживания.

Важной особенностью антропометрического анализа является тот факт, что в возрастном аспекте при сопоставлении средних значений студенток 1-3 курсов городов разной широтной поясности статистически значимых различий не выявлено,

что может свидетельствовать о завершении онтогенетического этапа морфологического развития обучающихся юношеского периода. Схожие результаты отсутствия статистически значимых различий у студенток разных курсов установлены в работе [7].

Средние показатели и интерквартильные размахи индекса Кетле отражают гармоничное развитие большинства студенток когорты обследования вне зависимости от города проживания. При этом, сочетанно с показателями массы тела обследованных студенток высоких широт, отмечены относительно и достоверно большие показатели ИМТ. Частотное распределение показателей ИМТ констатировал выраженную тенденцию большего числа обучающихся г. Сургута с признаками избытка массы тела и ожирения ($\chi^2=18,17$; при $p=0,052$): порядка 23% студенток СурГПУ имели избыточные показатели массы тела (из них 30 студенток (9%) с признаками ожирения 1-3 степени), в то время как у тюменских студенток этот показатель был примерно в два раза ниже – 12% (из них 5% с признаками ожирения 1 степени), у студенток г. Челябинска не превышал 17% (из них 5% с признаками ожирения 1-3 степени).

Как отмечают А.П. Анищенко и соавт. [2], наиболее выраженная взаимосвязь по данным корреляционного анализа отмечается между антропометрическими показателями, в частности, ИМТ и жировой массой по данным биоимпедансметрии.

Поэтому дальнейший анализ был направлен на оценку компонентного состава тела обследованных студенток разных городов Уральского региона по показателям биоимпедансметрии (табл. 2)

Таблица 2

Средние показатели антропометрии студенток педагогических вузов Уральского региона, Me (Q1-Q3); CV

Показатель	Жировая масса, %	Висцеральный жир, у.е.	Мышечная масса, кг	Водный компонент, %
Сургут (n=145)	26,8 (21,0-32,6); 32,9	1,0 (1,0-3,0); 106,1	41,3 (38,7-45,4); 17,9	54,1 (49,9-58,2); 12,0

Продолжение таблицы 2

Тюмень (n=86)	23,8 (19,0-28,5); 32,3	1,0 (1,0-1,8); 107,6	40,9 (37,8-44,4); 16,8	56,1 (53,1-59,5); 10,1
Челябинск (n=42)	26,2 (21,6-31,2); 28,1	1,0 (1,0-2,0); 100,3	41,6 (38,5-44,1); 11,9	54,7 (51,1-57,9); 9,3
p-уровень	p (Сур-Тюм) = 0,001	p (Сур-Тюм) = 0,002	-	p (Сур-Тюм) < 0,001 p (Сур-Чел) < 0,001

Особо следует отметить, что средние показатели водного компонента студенток г. Тюмени достоверно выше аналогичных показателей сверстниц из Сургута и Челябинска. Как известно, водный компонент прежде всего является основным элементом внутренней среды организма, обеспечивающий реализацию гомеостаза. Избыточное содержание межклеточной жидкости может приводить к отечности, что отражает дисфункции работы сердечно-сосудистой и лимфатической системы или почек. Дефицитные показатели жидкостного компонента могут приводить к функциональным сдвигам: повышению вязкости крови, риску тромбозов, инфаркта и инсульта, а также влиять на структурные изменения: приводить к снижению интенсивности обмена веществ, что опосредованно приводит к накоплению излишка калорий в виде запасной жировой

ткани организма [8]. Корреляционный анализ собственных результатов исследования отражает статистически значимую обратную взаимосвязь воды и жировой массы в организме ($R=-0,97$; при $p<0,001$). Выявленная особенность предопределяет необходимость в реализации мероприятий по коррекции массы тела соблюдения не только калоража питательных веществ и рациона питания, но и так же водно-питьевого баланса.

В связи с тем, что средние показатели не всегда корректно отражают распределение изучаемого признака, а лишь отражают общую характеристику когорты обследования, нами проведена дифференциация обследованных с учетом содержания жировой массы в организме. Данные обобщены на рисунке.

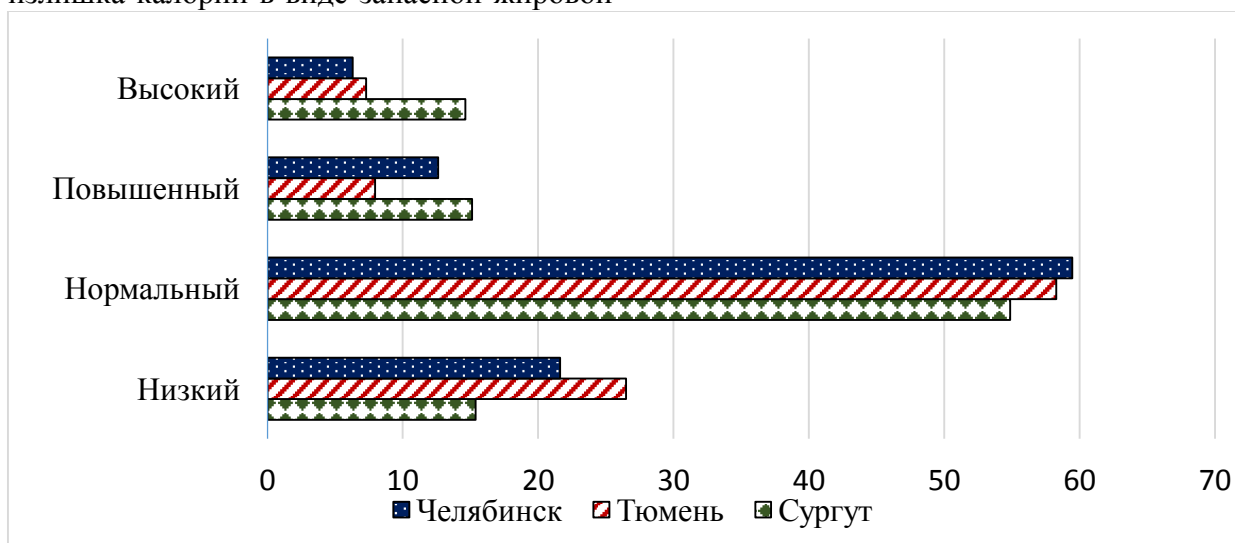


Рис. Частотное распределение студенток педагогических вузов Уральского региона по уровню жировой массы в организме, %

Из данных рисунка видно, что преобладающему числу обследованных вне зависимости от города обучения свойственно нормальное содержание жировой массы в организме. При этом выявлено неоднородное статистически значимое распределение с низким и высоким содержанием жировой массы студенток ($\chi^2=20,52$; при $p=0,002$). В когорте обучающихся г. Сургута отмечено достоверно большее (в среднем на 10%) число студенток с повышенным и высоким содержанием жировой ткани в организме по сравнению со сверстницами Тюмени и Челябинска. Наибольший процент обследованных с низким содержанием жировой ткани отмечен в когорте студенток Тюмени, наименьший для обучающихся Сургута. Научные исследования констатируют, что избыток жировой ткани в организме приводит к множественной патологии: возрастанию нагрузки на сердечно-сосудистую систему (за счет увеличения объема крови, снабжающей жировую ткань, риска развития атеросклероза сосудов); увеличение массы тела создает дополнительную компрессионную нагрузку на суставы и позвоночник; приводит к гормональной дисфункции [9]. При этом авторы отмечают, что дефицитные показатели жировой массы,

также могут приводить к дисфункциям в организме, так как жировая ткань является энергетическим ресурсом, основой для биологически активных веществ (БАВ): витаминов и жирных кислот, гормонов, обеспечивающих регуляторные и обменные процессы в организме.

Заключение. Полученные результаты отражают оптимальное гармоничное морфологическое развитие большинства обследованных студенток Уральского региона. Выявлена региональная специфика изменчивости антропометрических показателей и компонентного состава тела обследованных студенток Уральского региона. Установлены статистически большие показатели массы тела, ОГК и ИМТ когорты студенток обучающихся в Сургуте, обусловленные большим содержанием жировой массы тела, висцерального ожирения и статистически меньшим водным компонентом обследованных. Выявленные особенности отражают социально-экономическую и климатоэкологическую специфику территории проживания и определяют необходимость организации мониторинга уровня здоровья, выделения групп риска и реализации коррекционных мероприятий, ориентированных на формирование культуры питания и рационального двигательного режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные тенденции заболеваемости среди детского населения / А.А. Антонова, Г.А. Яманова, В.Ф. Боговденнова, Д.Н. Умарова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1(103). – С. 6-9.
2. Особенности физического развития студентов вузов / Анищенко А. П., Архангельская А. Н., Гуревич К. Г. [и др.] // Человек и его здоровье. – 2016. – № 2. – С. 113-115.
3. Genetic and Environmental Effects on Weight, Height, and BMI Under 18 Years in a Chinese Population-Based Twin Sample / Q. Liu, C. Yu, W. Gao, W. Cao, J. Lyu // Twin Research and Human Genetics. – 2015. – Vol. 18. – Issue 5. – pp. 571-580. DOI: <https://doi.org/10.1017/thg.2015.63>.
4. Min, J. Variation in the heritability of body mass index based on diverse twin studies: a systematic review / J. Min, D.T. Chiu, Y. Wang // Obesity Reviews. – 2013. – Vol. 14. – Issue 11. – pp. 871-882. DOI: <https://doi.org/10.1111/obr.12065>.
5. Ожирение: оценка и тактика ведения пациентов. Коллективная монография / Драпкина О. М., Самородская И. В., Старинская М. А. [и др.] – М.: ФГБУ “НМИЦ ТПМ” Минздрава России, 2021. – 174 с.
6. Мальцев, В. П. Оценка уровня соматического здоровья студенток первого курса педагогического вуза / В. П. Мальцев, Н. А. Белоусова // Новые исследования. – 2017. – № 1(50). – С. 65-72.
7. Климов, В. М. Морфофункциональные показатели и физическая подготовленность студенток 1-2 курсов технического университета, занимающихся аэробикой / В. М. Климов, В. Б. Рубанович, Р. И. Айзман // Science for Education Today. – 2016. – № 1(29). – С. 109-120.
8. Особенности физического развития студентов вузов / Анищенко А. П., Архангельская А.

Н., Гуревич К. Г. [и др.] // Человек и его здоровье. – 2016. – № 2. – С. 113-115.

9. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, И.Н. Гайворонский, Н.Г. Ничипорук // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2017. – Т. 12. – № 4. – С. 365-384.

10. Prevalence of Obesity and Incidence of Obesity-Related Comorbidities in Koreans Based on National Health Insurance Service Health Checkup Data 2006–2015 / Seo M. H., Kim Y. H., Han K. [et al] // Journal of Obesity and Metabolic Syndrome. – 2018. – Vol. 27. – pp. 46-52. DOI: 10.7570/jomes.2018.27.1.46.

REFERENCES

1. Antonova A.A., Yamanova G.A., Bogovdenova V.F., Umarova D.N. Major trends in morbidity among the child population, *International Scientific Research Journal*, 2021, no.1 (103), pp. 6-9. (in Russ.)

2. Anishchenko A.P., Arkhangel'skaya A.N., Gurevich K.G., Dmitrieva E.A., Ignatov N.G., Rogoznaya E.V. Peculiarities of physical development of university students, *Man and his health*, 2016, no. 2, pp. 113-115. (in Russ.)

3. Liu Q., Yu C., Gao W., Cao W., Lyu J. Genetic and Environmental Effects on Weight, Height, and BMI Under 18 years in a Chinese Population-Based Twin Sample, *Twin Research and Human Genetics*, 2015, vol. 18, no. 5, pp. 571-580. DOI: <https://doi.org/10.1017/thg.2015.63>

4. Min J., Chiu D.T., Wang Y. Variation in the heritability of body mass index based on diverse twin studies: a systematic review, *Obesity Reviews*.

2013, vol. 14, is. 11, pp. 871-882. DOI: <https://doi.org/10.1111/obr.12065>.

5. Drapkina O.M., Samorodskaya I.V., Starinskaya M.A., Kim O.T., Neimark A.E. Obesity: Assessment and management tactics. Collective monograph. Moscow: National Research Institute of Cardiology and Therapy of the Ministry of Health of Russia, 2021, 174 p. (in Russ.)

6. Mal'tsev B.P., Belousova N.A. Evaluation of somatic health level of first-year female students of pedagogical university, *New Research*, 2017, no. 1(50), pp. 65-72. (in Russ.)

7. Klimov V.M., Rubanovich V.B., Aizman R.I. Morphofunctional indices and physical fitness of female students of 1-2 courses of technical university engaged in aerobics, *Science for Education Today*, 2016, no. 1(29), pp. 109-120. (in Russ.)

8. Anishchenko A.P., Arkhangel'skaya A.N., Gurevich K.G., Dmitrieva E.A., Ignatov N.G., Rogoznaya E.V. Peculiarities of physical development of university students, *Man and his health*, 2016, no. 2, pp. 113-115. (in Russ.)

9. Gajvoronskij I.V., Nichiporuk G.I., Gajvoronskij I.N., Nichiporuk N.G. Bioimpedansometry as a method for assessing the component composition of the human body (literature review), *Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*, 2017, vol.12, no. 4, pp. 365-384. (in Russ.)

10. Seo M.H., Kim Y.H., Han K., Jung J.H., Park Y.G., Lee S.S., Kwon H.S. Prevalence of Obesity and Incidence of Obesity-Related Comorbidity in Koreans Based on National Health Insurance Service Health Checkup Data 2006-2015, *Journal of Obesity and Metabolic Syndrome*, 2018, vol. 27, pp. 46-52. DOI: 10.7570/jomes.2018.27.1.46.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Виктор Петрович Мальцев – кандидат биологических наук, доцент, Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: mal585@mail.ru.

Алена Анатольевна Говорухина – доктор биологических наук, заведующий кафедрой, Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: govalena@mail.ru.

Наталья Ивановна Ложкина-Гамецкая – кандидат биологических наук, доцент, старший преподаватель, Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: nata-abatsk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Viktor Petrovich Mal'tsev – Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: mal585@mail.ru.

Alena Anatol'evna Govorukhina – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: govalena@mail.ru.

Natal'ya Ivanovna Lozhkina-Gametskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: nata-abatsk@mail.ru.

Для цитирования: Мальцев, В. П. Особенности морфологического развития и компонентного состава тела студенток педагогических вузов Уральского региона / В. П. Мальцев, А. А. Говорухина, Н. И. Ложкина-Гамецкая // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_15

For citation: Mal'tsev V.P., Govorukhina A.A., Lozhkina-Gametskaya N.I. The indicators of physical development and body composition of female students of pedagogical universities in the Ural region. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_15

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_16
УДК 612.1/8; 612.226; 612.134

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_16
UDC 612.1/8; 612.226; 612.134

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СИСТЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЫХАНИЯ, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ КРОВИ ПРИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ПАТОЛОГИИ

Ю.А. Маслакова, В.В. Колпаков, Т.Н. Василькова, Т.А. Веснина
ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень, Россия

Аннотация. С целью физиологической оценки системных механизмов дыхания у лиц с кардиореспираторной патологией было обследовано 90 человек в возрасте 55-60 лет. Пациентам проводилось комплексное клинико-физиологическое исследование с мультипараметрической оценкой по результатам уровня функционирования системы внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, общих и биохимических параметров крови. В ходе исследования у пациентов с коморбидной патологией хронической обструктивной болезни легких и гипертонической болезни выявлены гендерные отличия дисрегуляторных нарушений со стороны внешнего дыхания у мужчин и сердечно-сосудистой системы у женщин, что ведет к снижению результативности органов и систем для достижения полезного приспособительного результата, и, как следствие, взаимоотношению функциональной работы.

Ключевые слова: системные механизмы дыхания, хроническая обструктивная болезнь легких, гипертоническая болезнь, внешнее дыхание, система крови, цитокины.

GENDER FEATURES OF THE PHYSIOLOGICAL EVALUATION OF SYSTEMIC RESPIRATION MECHANISMS, CARDIOVASCULAR SYSTEM AND BLOOD SYSTEM IN CARDIORESPIRATORY PATHOLOGY

Yu.A. Maslakova, V.V. Kolpakov, T.N. Vasil'kova, T.A. Vesnina
Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

Annotation. In order to physiologically assess the systemic respiration mechanisms of patients with cardiorespiratory pathology, we have examined 90 people aged 55-60 years. The patients underwent a set of clinical and physiological test with a multiparametric assessment based on the results of the functioning level of the respiratory system, cardiovascular system, total and biochemical blood parameters. During the study, we have discovered in patients with the comorbid pathology of the chronic obstructive lung disease and the hypertensive disease gender-based differences in dysregulatory disorders from external respiration in men and the cardiovascular system in women. It leads to the decreased performance of organs and systems when achieving a useful adaptive result, and inevitably – to complications in the functional work.

Keywords: systemic respiration mechanisms, chronic obstructive lung disease, hypertensive disease, external respiration, blood system, cytokines.

Введение. Несмотря на положительные тенденции в настоящее время, смертность от кардиореспираторных заболеваний в РФ продолжает оставаться достаточно высокой [1]. На сегодняшний день хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), в частности – такое распространенное заболевание, как гипертоническая болезнь (ГБ), хорошо изучены как отдельная нозологическая группа, однако взаимные механизмы

работы сердечно-сосудистой, респираторной систем и системы крови при коморбидной кардиореспираторной патологии неоднозначны, в связи с чем требуется изучение и проведение дополнительных исследований [2-6].

В общем, признавая немаловажную роль коморбидному заболеванию и его межсистемного взаимоотношения в изучении степени тяжести и прогрессирования

кардиореспираторного заболевания в настоящее время не находят определенного места в клинических рекомендациях [7-9]. При этом тяжесть коморбидного заболевания оценивается на данных спирометрического исследования (ЖЕЛ – жизненной емкости легких, ОФВ₁ – объема форсированного выдоха за первую секунду), опросников mMRC (Modified Medical Research Council) и САТ-теста (оценочный тест по ХОБЛ).

Наряду с развернутыми проявлениями коморбидного заболевания необходимо выявлять у данной категории лиц участие основного компонента (респираторного, сердечно-сосудистого или системы крови) в ограничении психического и физического здоровья, так как лечение пациентов ХОБЛ и ГБ может носить «неоднозначный характер», то есть отягощать клиническую картину и функциональные параметры респираторной системы или негативно влиять на ССС [1, 10].

В многочисленных исследованиях по оценке психического и физического здоровья представлены общие моменты функционирования организма с конкретными лабораторными и функциональными критериями по каждой функциональной системе.

В то же время информации о количественных соотношениях физиологических функций при воздействии факторов окружающей среды с оценкой по промежуточным и конечным результатам явно недостаточно [11-13].

В связи с этим, изучение действий одно-временной работы внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы и системы крови в координатах «дефицит функции – восстановление функции» в оценке уровня физического и психического здоровья населения является актуальным и нуждается в более активном проведении фундаментальных и клинических исследований.

Цель исследования – выявить гендерные особенности физиологической оценки системных механизмов дыхания, сердечно-сосудистой системы и системы крови у

пациентов с коморбидным заболеванием ХОБЛ и ГБ в возрасте 55-60 лет.

Методы и организация исследования.

Пациентам с кардиореспираторным заболеванием ХОБЛ и ГБ проводилось комплексное физиологическое обследование на базе ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница №1», ММАУ «Городская поликлиника №4», г. Тюмени с использованием функциональных и лабораторных методик, системно-количественного анализа функциональной системы поддержания газового состояния организма. Обследовано 90 пациентов в возрасте 55-60 лет (45 мужчин и 45 женщин), средний возраст – 57,9±2,3 лет.

Для включения в исследование пациенты должны были соответствовать следующим критериям: возраст – 55-60 лет, хроническая обструктивная болезнь легких, стадия неполной ремиссии, обратимость обструкции <12 и гипертоническая болезнь I-II стадии. Исследование функции внешнего дыхания проводилось на приборе «СпироТест-РС» (Россия). Оценивали частоту дыхательных движений в 1 минуту (ЧДД), дыхательный объем (ДО) и минутный объем дыхания (МОД), жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ₁). Исследование функции сердечно-сосудистой системы включало: определение частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления – метод Короткова. Системный анализ оценки показателей дыхания, гемодинамики и крови органов и систем для достижения полезного приспособительного результата [4, 6, 10] проводился с учетом расчета кардиореспираторных показателей и показателей крови: частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем (УО), минутный объем кровообращения (МОК), систолическое АД (САД), диастолическое АД (ДАД), пульсовое давление (ПД), частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД), содержание кислорода в

крови (PO_2 , мм рт. ст.), количество эритроцитов, гемоглобина (Hb, г/л), средняя концентрация гемоглобина в 1 мкл крови (СКГ).

Статистическая обработка данных проводилась с применением программ “SPSS Statistics 17.0” и “Biostat”. Достоверность выявленных различий оценивалась по t-критерию Стьюдента. Уровень значимости считался достоверным при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. При проведении спирографии в двух популяциях была выявлена единая особенность – снижение $ОФВ_1$, $ДО$ и учащением $ЧДД$ и $МОД$. Однако степень выраженности

была различная. У мужчин наблюдалось увеличение таких показателей, как $ЧДД$ (соответственно 22,51 против 21,4 уд/мин, $p \geq 0,3$) $ДО$ (соответственно 551,7 против 505,3 мл, $p \leq 0,05$) и $МОД$ (соответственно 12,42 против 10,81 мл, $p \leq 0,05$), а также снижение $ОФВ_1$ (65,8 против 69,11, $p \leq 0,05$) основного показателя для диагностики ХОБЛ, определения степени тяжести течения данного заболевания и уменьшение конечного результата эффективности обеспечения организма кислородом – сатурации O_2 (соответственно 93,98 против 94,02, $p \geq 0,9$) (рис.1).

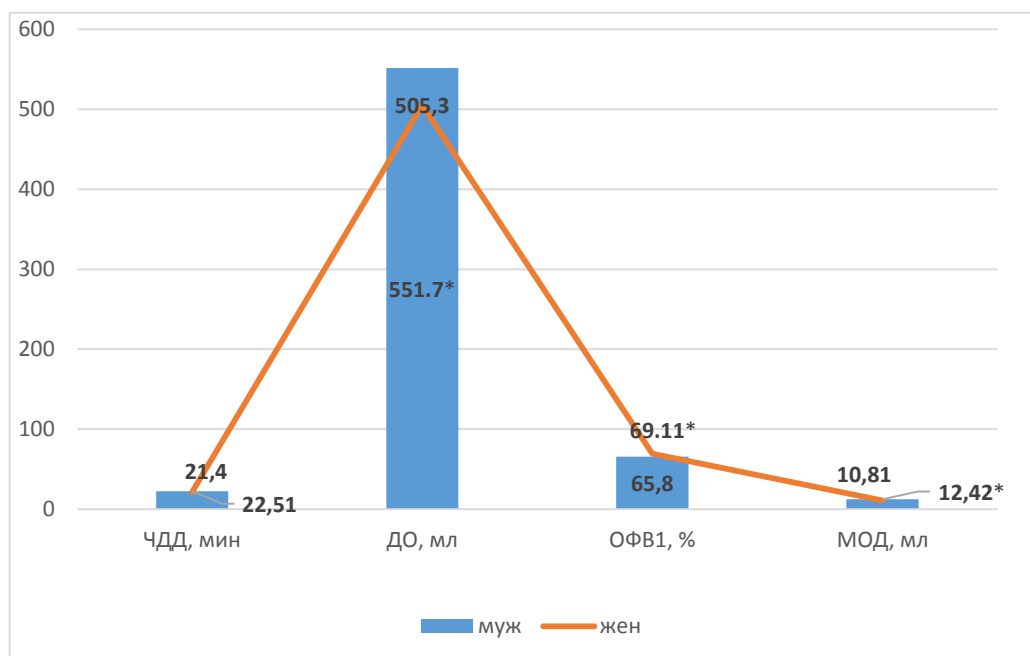


Рис. 1. Гендерные особенности показателей функции легких при коморбидной патологии ХОБЛ и ГБ, средние значения

Примечание: * – статистически значимые различия $p \leq 0,05$

Кроме того, нами были выявлены гендерные особенности функций сердечно-сосудистой системы у пациентов с кардиореспираторным заболеванием (ХОБЛ и ГБ), выраженность которых была различная. У мужчин и у женщин была выявлена общая закономерность – повышение ЧСС (соответственно 85,05 против 92,02 уд/мин, $p \leq 0,001$), увеличение САД (соответственно 150,7 против 153,8 мм рт. ст., $p \leq 0,05$), ДАД

(соответственно 93,32 против 97,2 мм рт. ст., $p \leq 0,05$) и МОС (соответственно 4566 против 4859 л, $p \leq 0,05$) (рис. 2).

В ходе исследования сердечно-сосудистой системы нами выявлен высокий уровень отклонений в женской популяции по определенным показателям, что свидетельствует о напряжении функциональной деятельности сердца при кардиореспираторном заболевании.

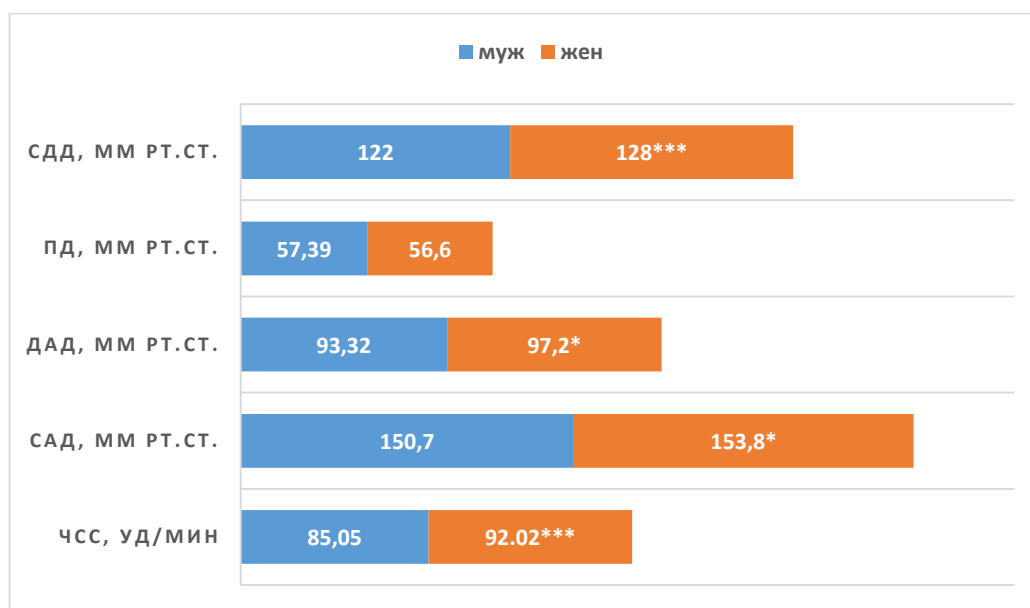


Рис. 2. Гендерные различия показателей сердечно-сосудистой системы у пациентов с коморбидной патологией ХОБЛ и ГБ, средние значения

Примечание: *, *** – статистически значимые различия $p \leq 0,05$, $p \leq 0,001$; СДД – среднее динамическое давление

При гендерной оценке общего анализа крови статистически значимых различий по нижеуказанным показателям, кроме гемоглобина (соответственно 143,2 против 137,9 г/л, $p \leq 0,01$), тромбоцитов (соответственно 443,8 против 376,7, 109, $p \leq 0,001$) и скорости оседания эритроцитов (соответственно 10,6 против 12,5 мм/час, $p \leq 0,05$) установлено не было (рис. 3). При этом цветовой показатель и среднее содержание гемоглобина в одном эритроците находились ниже референсных значений (рис. 3), что говорит о дисфункции в системе крови, и, как следствие – уменьшении поступления кислорода к органам и системам.

При гендерной оценке уровня интерлейкинов выявлен больший уровень провоспалительных интерлейкинов – ИЛ-2 (соответственно 2,27 против 1,89 МЕ/мл, $p \leq 0,05$), ИЛ-6 (соответственно 51,68 против 40,89 МЕ/мл, $p \leq 0,001$) и ФНО- α (соответственно 53,49 против 42,96 пг/мл, $p \leq 0,001$) у пациентов мужского пола, что в свою очередь указывает на превалирование ХОБЛ в коморбидной группе заболевания и с меньшим содержанием противовоспалительных ИЛ-4 (соответственно 38,08 против 36,81 пг/мл,

$p \geq 0,05$) и ИЛ-10 (соответственно 16,82 против 13,85 пг/мл, $p \geq 0,05$) – у пациентов женского пола (рис. 4).

При оценке липидограммы у пациентов обоих полов выявлены однотипные сдвиги в виде гиперхолестеринемии. Кроме того, установлены более значимые сдвиги вышеуказанных параметров у женщин (соответственно $3,1 \pm 0,2$ и $3,9 \pm 0,3$, $p \leq 0,04$; $1,87 \pm 0,06$ и $2,1 \pm 0,05$, $p \leq 0,001$; $2,96 \pm 0,08$ и $3,2 \pm 0,09$, $p \leq 0,001$).

Нами выявлено более выраженное повышение у пациентов женского пола минутного объема сердца к минутному объему дыхания, что свидетельствует о большем напряжении сердечно-сосудистой системы у женщин и уменьшении коэффициента ударного объема к частоте сердечных сокращений (соответственно $0,632 \pm 0,045$ и $0,572 \pm 0,04$, $p \leq 0,05$), что выступает как значимый показатель относительной недостаточности сердца, а также более значимое напряжение дыхательной системы у пациентов мужского пола (дыхательный объем к частоте дыхательных движений – соответственно $24,5 \pm 1,9$ и $23,57 \pm 1,7$, $p \leq 0,3$)).

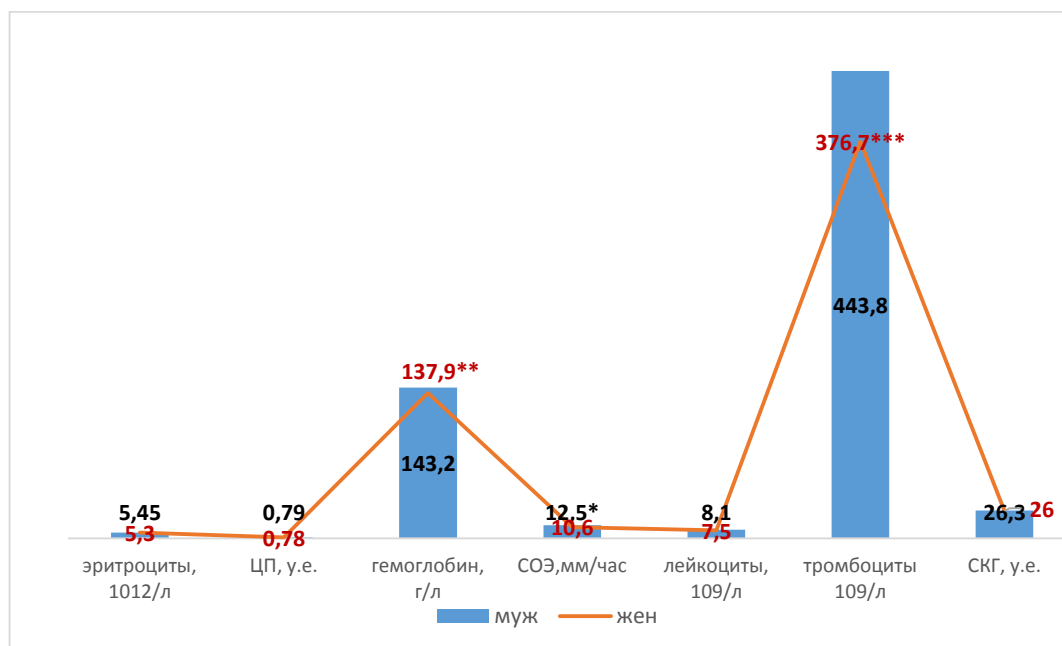


Рис. 3. Гендерные отличия параметров системы крови у пациентов с сочетанной патологией ХОБЛ и ГБ, средние значения

Примечание: *, **, *** – статистически значимые различия $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$; ЦП – цветовой показатель; СОЭ – скорость оседания эритроцитов; СГК – средство гемоглобина к кислороду

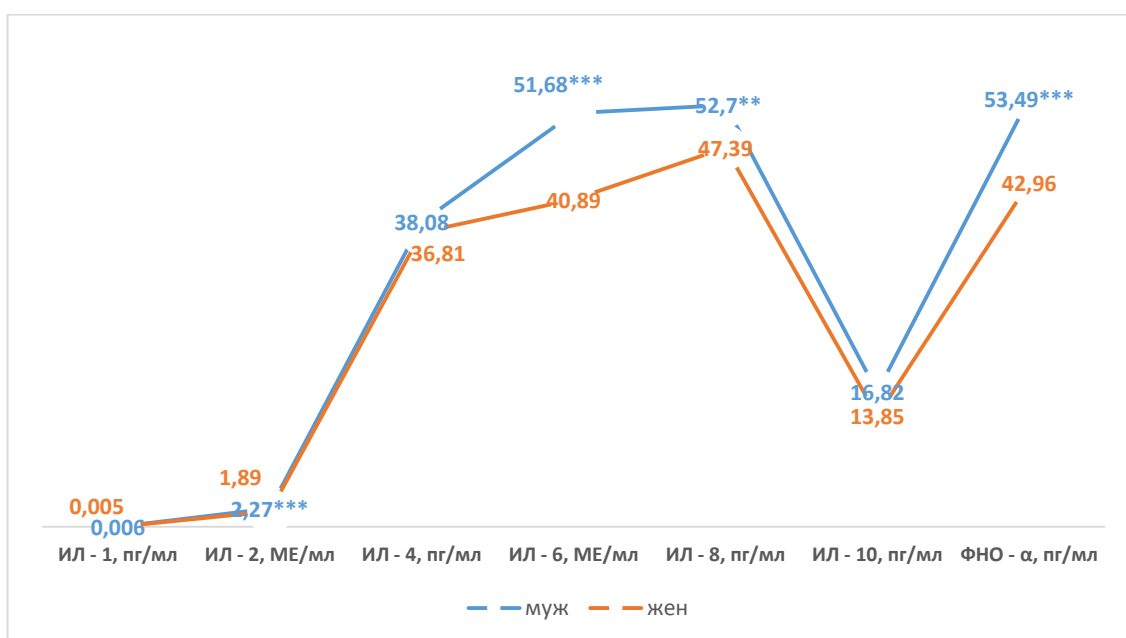


Рис. 4. Гендерные особенности показателей цитокинов у пациентов ХОБЛ и ГБ, средние значения

Примечание: **, *** – статистически значимые различия $p \leq 0,01$, $p \leq 0,001$

Заключение. Таким образом, выявленные нами отклонения референсных значений у пациентов с кардиореспираторной патологией в стадии неполной ремиссии позволяет выделить разнонаправленные особенности компенсации органов и систем

в достижении полезного приспособительного результата у мужчин и женщин, а также предложить критерии ранней диагностики коморбидной патологии ХОБЛ и ГБ у лиц среднего возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Респираторная медицина: руководство: в 3т. / под ред. А. Г. Чучалина. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Литтерра, 2017. – Т. 1. – 640 с.
2. Василькова, Т. Н. Кардиореспираторные нарушения, цитокиновый дисбаланс и когнитивная дисфункция при ХОБЛ в сочетании с гипертонической болезнью на фоне ожирения / Т. Н. Василькова, Ю. А. Рыбина, В. В. Колпаков // *Врач.* – 2018. – Т.29, №4. – С. 3-8.
3. Коморбидная патология в клинической практике. Алгоритмы диагностики и лечения / Оганов Р. Г., Симаненков В. И., Бакулин И. Г. [и др.] // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* – 2019. – Т.18. – №. 1. – С. 5-66.
4. Респираторная медицина: руководство: в 3т. / под ред. А. Г. Чучалина. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Литтерра, 2017. – Т. 2. – 544 с.
5. Респираторная медицина: руководство: в 3т. / под ред. А. Г. Чучалина. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Литтерра, 2017. – Т. 3. – 464 с.
6. Pistelli, R. Determinants of prognosis of COPD in the elderly: mucus hypersecretion, infections, cardiovascular comorbidity / R. Pistelli, P. Lange, D. L. Miller // *Eur. Respir. J.* –2003. – № 21(Suppl 40). – P.10s-14s.
7. Чучалин, А. Г. Хроническая обструктивная болезнь лёгких и сопутствующие заболевания / А. Г. Чучалин // *Пульмонология.* – 2008. – № 2. – С. 5-14.
8. Юматов, Е. А. Системная организация эмоций / Е. А. Юматов // *Российский психиатрический журнал.* – 2018. – № 2. – С. 40-49.
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Diseases (GOLD). Global strategy for diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Revised 2014. URL: www.goldcopd.com. (дата обращения: 09.09.2022)
10. Pulmonary diffusing capacity, capillary blood volume, and cardiac output during sustained microgravity / Prisk G., Guy H. J., Elliott A. R. [et al.] // *J. Appl. Physiol.* –1993. – Vol. 75. – P. 15.
11. Маслакова, Ю. А. Физиологическая оценка системных механизмов дыхания у лиц 55-60 лет

- здоровой популяции / Ю. А. Маслакова, В. В. Колпаков, Е. А. Томилова // *Здоровье и образование в XXI веке.* – 2019. – Т.21. – № 3. – С. 32-36.
12. Судаков, К. В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П.К. Анохина / К. В. Судаков // *Вестник Международной академии наук. Русская секция.* – 2011. – №1. – С.1.
13. Чучалин, А. Г. Клиническая медицина XXI века – 4П. Прогноз. Профилактика. Партнёрство. Персонализация. / А. Г. Чучалин // *Медицинская этика.* – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 9-26.

REFERENCES

1. Respiratory medicine: a manual: in 3 volumes. Ed. by A.G. Chuchalin. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: Litterra, 2017, vol. 1, 640 p. (in Russ.)
2. Vasil'kova T.N., Rybina Yu.A., Kolpakov V.V. Cardiorespiratory disorders, cytokine imbalance, and cognitive dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease concurrent with hypertensive disease in the presence of obesity. *Vrach*, 2018, vol. 29, no. 4, pp. 3-8. (in Russ.)
3. Oganov R.G., Simanenkov V.I., Bakulin I.G., Bakulina N.V., Barbarash O.L., Bojtsov S.A., Boldueva S.A., Garganeeva N.P., Doshchitsin V.L., Karateev A.E. et al. Comorbidities in clinical practice. Algorithms for diagnostics and treatment. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2019, vol.18, no. 1, pp. 5-66. (in Russ.)
4. Respiratory medicine: a manual: in 3 volumes. Ed. by A.G. Chuchalin. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: Litterra, 2017, vol. 2, 544 p. (in Russ.)
5. Respiratory medicine: a manual: in 3 volumes. Ed. by A.G. Chuchalin. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: Litterra, 2017, vol. 3, 464 p. (in Russ.)
6. Pistelli R., Lange P., Miller D.L. Determinants of prognosis of COPD in the elderly: mucus hypersecretion, infections, cardiovascular comorbidity. *Eur. Respir. J.*, 2003, no. 21(Suppl 40), pp. 10s-14s.
7. Chuchalin A.G. Chronic obstructive pulmonary disease and co-morbidities. *Pulmonologiya*, 2008, no. 2, pp. 5-14. (in Russ.)

8. Yumatov E.A. Systemic organization of emotions. *Russian Journal of Psychiatry*, 2018, no. 2, pp. 40-49. (in Russ.)
9. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Diseases (GOLD). Global strategy for diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Revised 2014. Available at: www.goldcopd.com (accessed 09.09.2022).
10. Prisk G., Guy H.J., Elliott A.R., Deutschman R.A., West J.B. Pulmonary diffusing capacity, capillary blood volume, and cardiac output during sustained microgravity. *J. Appl. Physiol.*, 1993, vol. 75, p. 15.
11. Maslakova Yu.A., Kolpakov V.V., Tomilova E.A. Physiological evaluation of systematic respiratory mechanisms in people 55-60 years of healthy population. *Health and Education Millennium*, 2019, vol. 21, no. 3, pp. 32-36. (in Russ.)
12. Sudakov K.V. Functional systems theory development at P.K. Anokhin's scientific school. *Herald of the International Academy of Science. Russian Section*, 2011, no. 1, p. 1. (in Russ.)
13. Chuchalin A.G. Clinical medicine of the XXI century – 4P. Prediction. Prevention. Partnership. Personalization. *Medical Ethics*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 9-26. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Юлия Александровна Маслакова** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, e-mail: doctorulia555@mail.ru.
- Виктор Васильевич Колпаков** – доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень.
- Татьяна Николаевна Василькова** – доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень.
- Татьяна Анатольевна Веснина** – ассистент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

- Yulia Aleksandrovna Maslakova** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: doctorulia555@mail.ru.
- Viktor Vasil'evich Kolpakov** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Tyumen State Medical University, Tyumen.
- Tat'yana Nikolaevna Vasil'kova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Tyumen State Medical University, Tyumen.
- Tat'yana Anatol'evna Vesnina** – Assistant of the Department of Normal Physiology, Tyumen State Medical University, Tyumen.

Для цитирования: Гендерные особенности физиологической оценки системных механизмов дыхания, сердечно-сосудистой системы и системы крови при кардиореспираторной патологии / Ю.А. Маслакова, В.В. Колпаков, Т.Н. Василькова, Т.А. Веснина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_16

For citation: Maslakova Yu.A., Kolpakov V.V., Vasil'kova T.N., Vesnina T.A. Gender features of the physiological evaluation of systemic respiration mechanisms, cardiovascular system and blood system in cardiorespiratory pathology. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_16

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_17
УДК: 663.86.054.1:61

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_17
UDC: 663.86.054.1:61

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ВОДЫ НА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ТЕЛА, ИЗМЕРЕННЫЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ИМПЕДАНСОМ

А.Б. Мирошников, О.С. Танникова, А.Г. Лапаева

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, Россия

Аннотация. Неясно, в какой степени нарушение стандартизации измерения биоэлектрического импеданса изменит показатели состава тела. Цель исследования: определить реакцию распределения состава тела после приема воды с помощью биоимпедансного анализа состава тела. В исследовании приняли участие 11 активных молодых людей (9 мужчин и 2 женщины), возраст – $22,5 \pm 2,6$ лет, масса тела – $71,5 \pm 14,7$ кг. В исследовании использовались следующие методы исследования: анализ и обобщение научных литературных источников; биоимпедансный анализ состава тела; методы математической статистики. Утром натощак участникам исследования был проведен первый замер, после им было предложено выпить 200 мл чистой воды. Через 30, 60, 90, 120 и 135 минут были произведены повторные замеры. Прием 200 мл воды не оказывает влияния на полученные значения процента жировой и мышечной массы тела, и общей воды организма. Прием 200 мл воды статистически значимо изменял показатели активной клеточной массы и фазового угла на протяжении 135 минут измерений. Прием 200 мл воды не оказывает значимое влияние на оценку содержания жира в организме и мышечной массы, измеренные биоимпедансным анализом у здоровых активных людей без ожирения.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, состав тела, ожирение, анализ состава тела.

INFLUENCE OF WATER INTAKE ON CHANGES IN BODY COMPOSITION MEASURED BY BIOELECTRICAL IMPEDANCE

A.B. Miroshnikov, O.S. Tannikova, A.G. Lapaeva

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russia

Annotation. It is not clear to what extent a violation of the standardization of bioelectrical impedance measurement will change body composition. The purpose of the study was to identify the reaction of the body composition distribution after water intake using bioelectrical impedance. The study involved 11 active young people (9 men and 2 women), age – 22.5 ± 2.6 years, body mass – 71.5 ± 14.7 kg. The following research methods were used in the study: analysis and generalization of scientific literary sources; bioelectrical impedance; methods of mathematical statistics. The study participants were first measured in the morning on an empty stomach. Then they were asked to drink 200 ml of pure water. After 30, 60, 90, 120 and 135 minutes, repeated measurements were made. The intake of 200 ml of water does not affect the obtained values of the percentage of fat and muscle mass of the body, as well as total body water. The intake of 200 ml of water significantly changed the parameters of active cell mass and phase angle during 135 minutes of measurements. The intake of 200 ml of water does not significantly affect the assessment of body fat and muscle mass, measured by bioimpedance analysis in healthy active people without obesity.

Keywords: bioimpedance analysis, body composition, obesity, analysis of body composition.

Введение. Биоимпедансный анализ (БИА) – это неинвазивный метод, который широко применяется как в спорте [1], так и в медицине [2] для оценки состава тела. Определение жировой ткани и ее соотношения в составе тела [3], количества воды в организме [4], тощей [5] и активной массы тела,

а также фазового угла [6], является одним из клинически важных вопросов. В России измерители биоимпеданса для популяционных и клинических исследований, а также спортивной антропологии и фитнеса производятся на территории НИЦ «Медас»

(Москва) и ООО «Диамант» (Санкт-Петербург) [7]. Метод БИА прост в применении и использовании для оценки состава тела, однако измерения стандартизированы для нескольких условий, и этот метод чувствителен к влиянию различных факторов, например, прием пищи [8] и напитков [9-12], а также физической активности [13]. С другой стороны, есть также исследования, показывающие, что изменения состояния гидратации организма, вызванные резким потреблением воды, не вызывают статистически значимого изменения эффективности измерений БИА [14]. Учитывая популярность метода БИА и запросов спортивных врачей и нутрициологов, была сформулирована цель исследования.

Цель исследования: определить реакцию распределения состава тела после приема воды с помощью биоимпедансометрии.

Методы и организация исследования. Исследование проходило на базе кафедры спортивной медицины Российского университета спорта «ГЦОЛИФК». В исследовании приняли участие 11 активных молодых людей (9 мужчин и 2 женщины), возраст – $22,5 \pm 2,6$ лет, масса тела – $71,5 \pm 14,7$ кг. Все участники исследования дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации. Для достижения поставленной цели использовались следующие методы исследования:

- 1) анализ и обобщение научных литературных источников;
- 2) биоимпедансометрия;
- 3) методы математической статистики.

Биоимпедансный анализ состава тела проводился прибором «Медасс» АВС-01 (Россия). Утром натощак участникам исследования был проведен первый замер, после им было предложено выпить 200 мл чистой воды (комнатной температуры). Через 30, 60, 90, 120 и 135 минут были произведены повторные замеры. Наблюдали следующие параметры:

- 1) процент жировой массы тела (ЖМТ);

- 2) процент скелетной мышечной массы (СММ);

- 3) процент активной клеточной массы (АКМ);

- 4) общая жидкость;

- 5) фазовый угол.

Статистический анализ был выполнен в программе SPSS с использованием непараметрического критерия Фридмана, кластерного анализа и с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. После 135 минут измерений были получены показатели состава тела, описанные в таблице 1.

Активная клеточная масса – это важный показатель состава тела, который показывает наличие в организме метаболически активных тканей. Пониженные значения АКМ могут свидетельствовать о недостаточности белкового питания или физической активности. Согласно результатам проведенного анализа, были выявлены статистически значимые изменения показателей АКМ ($p=0,017$). Апостериорные сравнения показали статистически значимую динамику при сопоставлении следующих данных: исходного этапа (натощак) и через 120 мин после употребления воды ($p=0,026$), исходного этапа и через 135 мин ($p=0,017$), через 30 мин и 120 мин ($p=0,023$), через 30 мин и 135 мин ($p=0,014$), через 90 мин и 120 мин ($p=0,019$), а также через 90 мин и 135 мин ($p=0,012$) после употребления воды. У 72% испытуемых процентное содержание АКМ статистически значимо увеличилось через 120 мин и через 135 мин после употребления воды (рис. 1).

Хорошо известно, что более высокое содержание жира в организме тесно связано с более высоким риском смертности [3], а большая СММ связана с поддержанием метаболического здоровья, поэтому оценка ЖМТ и СММ представляется важным диагностическим критерием. В результате проведенного анализа по показателям %ЖМТ, %СММ и общей жидкости статистически значимых изменений выявлено не было (рис. 2-4).

Таблица 1

Оценка динамики показателей биоимпедансометрии при употреблении воды

Этапы наблюдения	Показатели									
	ЖМТ, %		СММ, %		АКМ, %		Общая жидкость, кг		Фазовый угол, град	
	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3
1. Натощак	19,5	14,3-22,9	54,0	52,4-55,5	60,4	58,6-61,5	44,8	37,8-47,1	7,5	7,1-7,8
2. 30 мин	20,3	14,4-23,5	53,9	52,4-55,5	60,5	58,1-61,9	44,8	37,7-46,9	7,5	6,9-7,8
3. 60 мин	20,2	14,3-24,3	54,0	52,4-55,4	60,4	58,8-61,3	44,9	37,6-46,9	7,5	7,1-7,7
4. 90 мин	20,9	14,5-25,1	54,1	52,4-55,3	60,3	58,8-61,8	45	37,5-47,2	7,5	7,1-7,8
5. 120 мин	20,8	14,9-25,2	54,1	52,5-55,4	60,9	59,4-62,7	44,8	37,6-47,2	7,6	7,3-8,1
6. 135 мин	20,9	14,5-25,3	54,1	52,5-55,4	61,0	59,3-62,8	44,9	37,6-47,2	7,6	7,2-8,1
р-значение	0,304		0,442		0,017* p ₁₋₅ = 0,026* p ₁₋₆ = 0,017* p ₃₋₆ = 0,014* p ₃₋₅ = 0,023* p ₄₋₅ = 0,019* p ₄₋₆ = 0,012*		0,294		0,006* p ₃₋₅ = 0,012* p ₃₋₆ = 0,009* p ₁₋₆ = 0,046*	

Примечание: * – изменения показателей статистически значимы (p<0,05)

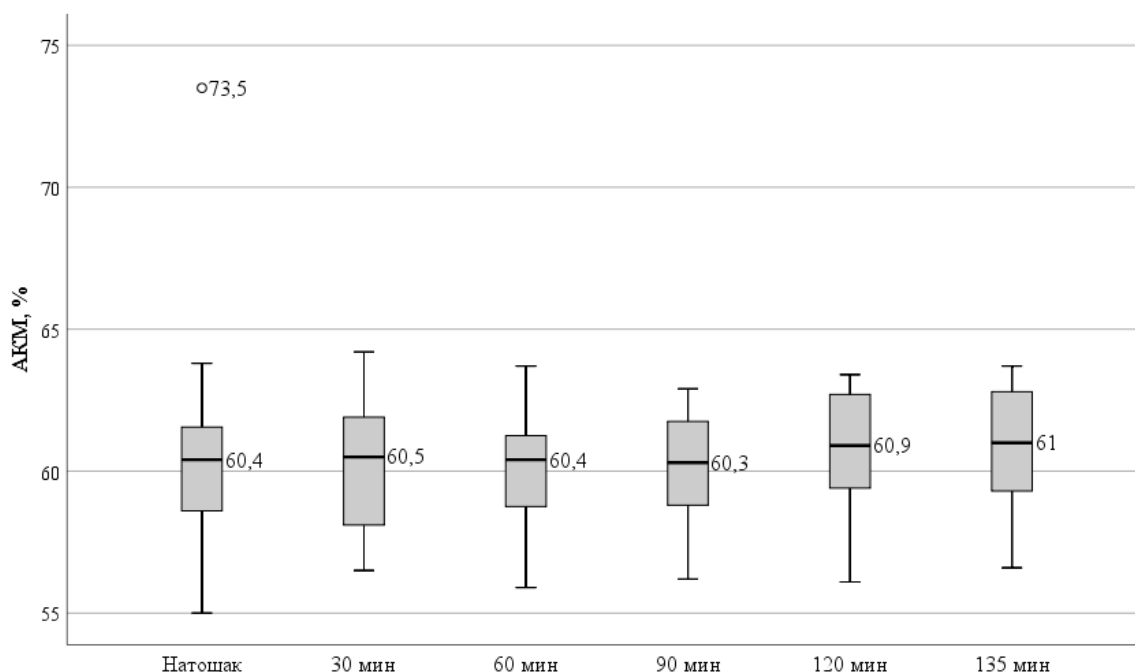


Рис. 1. Динамика АКМ после употребления воды в зависимости от этапа наблюдения

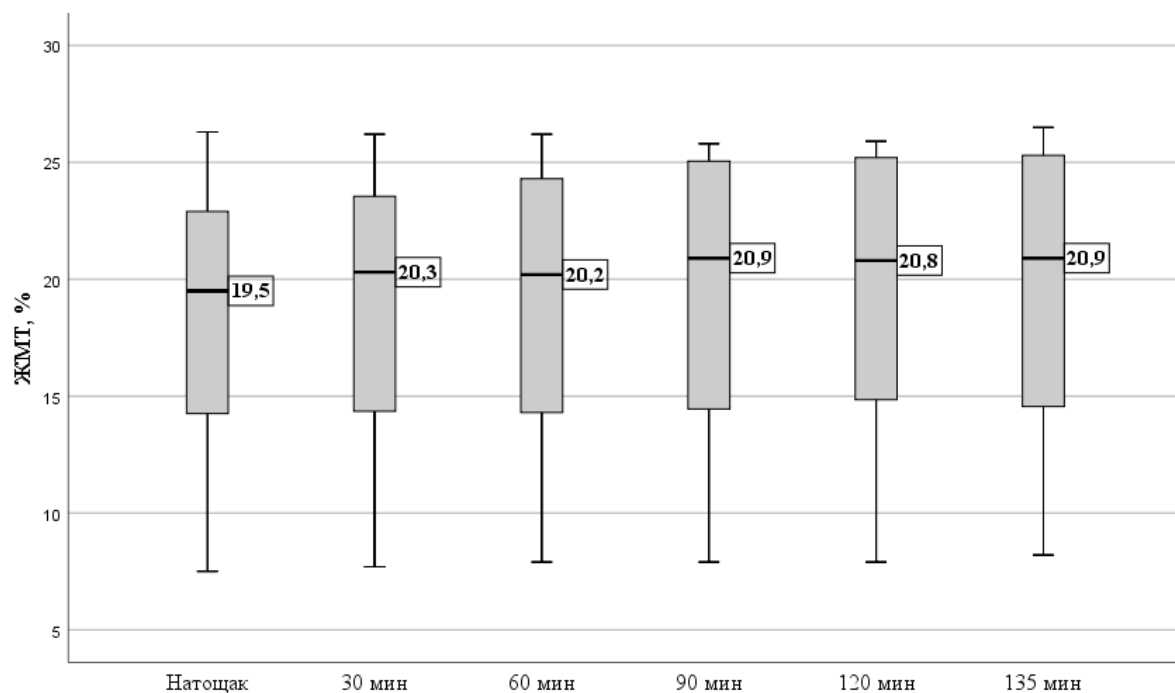


Рис. 2. Динамика %ЖМТ после употребления воды в зависимости от этапа наблюдения

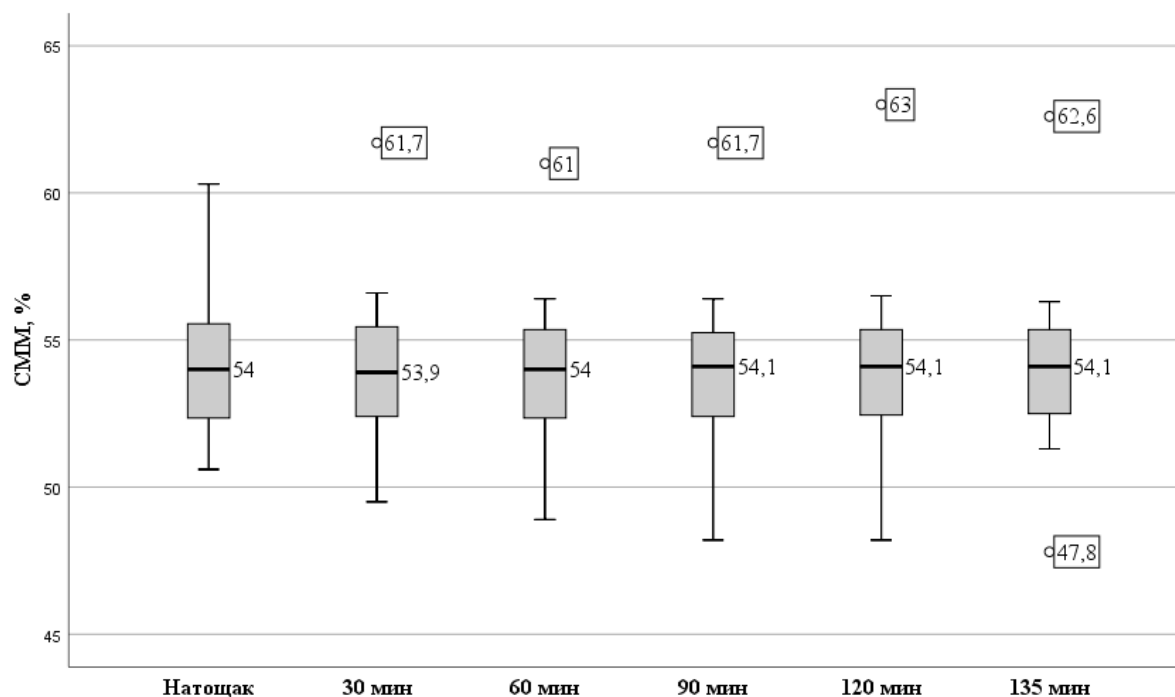


Рис. 3. Динамика %СММ после употребления воды в зависимости от этапа наблюдения

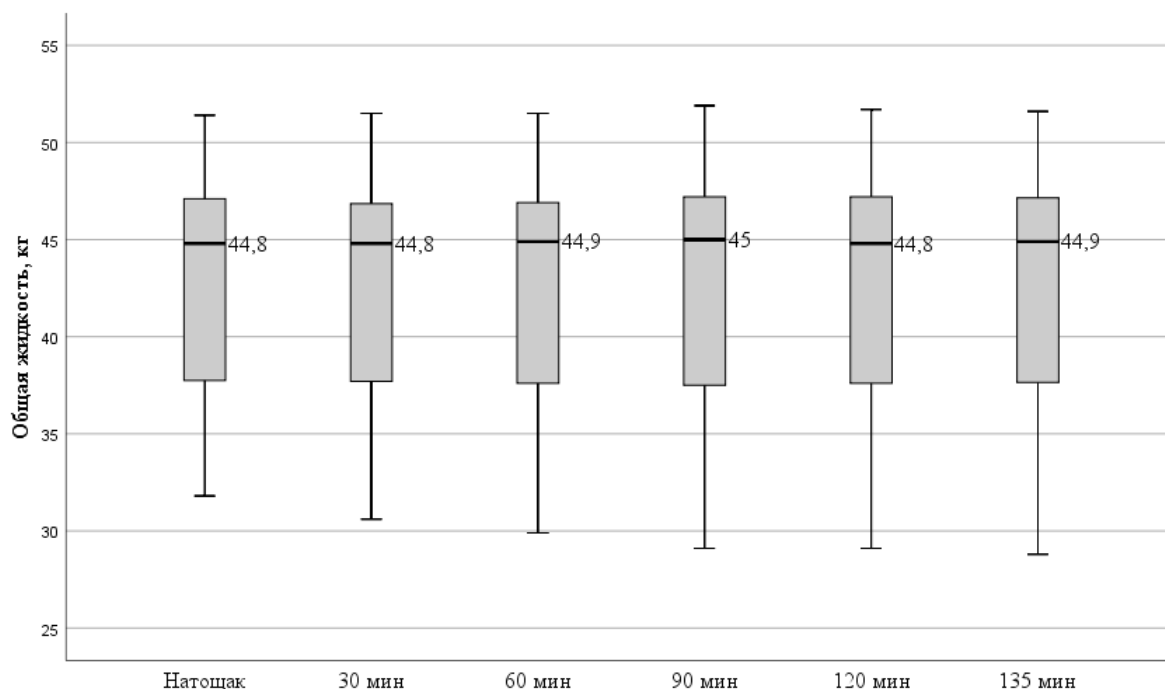


Рис. 4. Динамика показателя общей жидкости после употребления воды в зависимости от этапа наблюдения

Наши данные не подтверждают результаты, полученные D.R. Wagner [9], возможно потому, что протокол гипергидратации Wagner требовал, чтобы участники выпивали 2% от массы тела слегка подсоленной воды. Также Tinsley и соавторы использовали в протоколе 11 мл на кг массы тела воды, и измерения проходили в вертикальном положении [10]. Algül и соавторы получили в результате измерений систематическое увеличение жировой массы тела и процентного содержания жира, когда субъекты потребляли 500 мл воды каждые 30 минут три раза (всего 1500 мл воды). Однако уровни воды в организме не изменились при потреблении 500 мл и 1000 мл воды, а значительные изменения наблюдались при потреблении 1500 мл воды.

Биоэлектрический фазовый угол представляет собой арктангенс реактивности, деленный на сопротивление. Фазовый угол является важным биомаркером количества мышц и предсказывает соотношение внутриклеточной и внеклеточной воды у неспортивного населения [15], детей [6] и

спортсменов [16]. В результате проведенного анализа было выявлено статистически значимое увеличение фазового угла ($p=0,006$). Апостериорные сравнения показали статистически значимую динамику при сопоставлении следующих данных: исходного этапа (натощак) и через 135 мин после употребления воды ($p=0,046$), через 60 мин и 120 мин ($p=0,012$), а также через 60 мин и 135 мин ($p=0,009$). Через 135 мин после употребления воды значения фазового угла статистически значимо изменились у 72% испытуемых (рис. 5).

Randhawa и соавторы [14] выдвинули гипотезу, что изменения в составе тела в результате манипуляций с жидкостью могут отличаться у лиц, изначально имеющих разный жировой компонент или индекс массы тела. В результате двухэтапного кластерного анализа в структуре исследуемой совокупности участников исследования были выделены два кластера: доля первого кластера в общей структуре составляла 27,3%, второго – 72,7%. Силуэтная мера связности и разделения составила 0,8, что соответствует хорошему качеству кластеров. Результаты

сравнения полученных кластеров по изучаемым признакам представлены в таблице 2.

При сравнении полученных кластеров (по критерию Манна-Уитни) были установлены статистически значимые различия по всем изучаемым показателям (рис. 6). У спортсменов второго кластера исходное процентное содержание ЖМТ

было статистически значимо выше ($p=0,012$). По результатам оценки показателей исходного СММ был установлен статистически значимо больший процент у спортсменов первого кластера ($p=0,012$).

Согласно проведенному анализу, в первом кластере не было выявлено статистически значимых изменений ни по одному показателю (табл. 3).

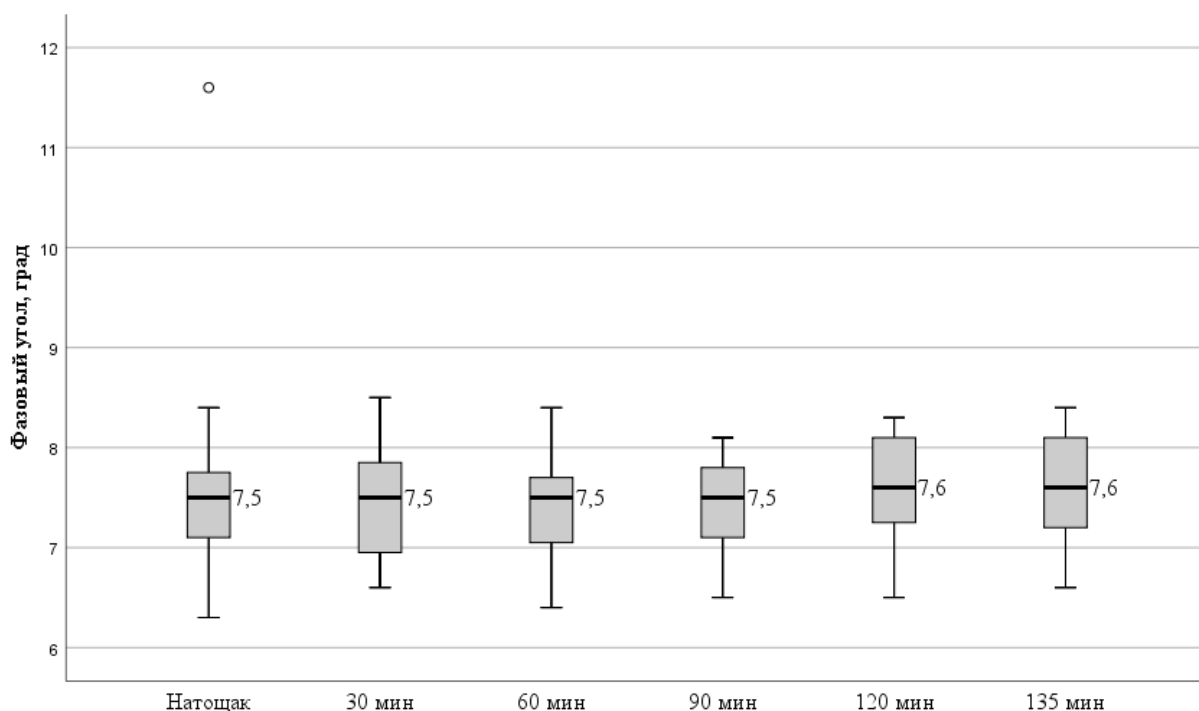


Рис. 5. Динамика показателей фазового угла после употребления воды в зависимости от этапа наблюдения

Таблица 2

Сравнение полученных кластеров по изучаемым признакам

Показатели	Исследуемые кластеры		p
	Первый (n=3)	Второй (n=8)	
ЖМТ натошак, %, Ме [Q1-Q3]	9,1 [8,3-9,65]	20,1 [19,15-25,3]	0,012*
СММ натошак, %, Ме [Q1-Q3]	56,8 [56,75-58,55]	52,8 [52,0-54,1]	0,012*

Примечание: * – различия статистически значимы при $p<0,05$

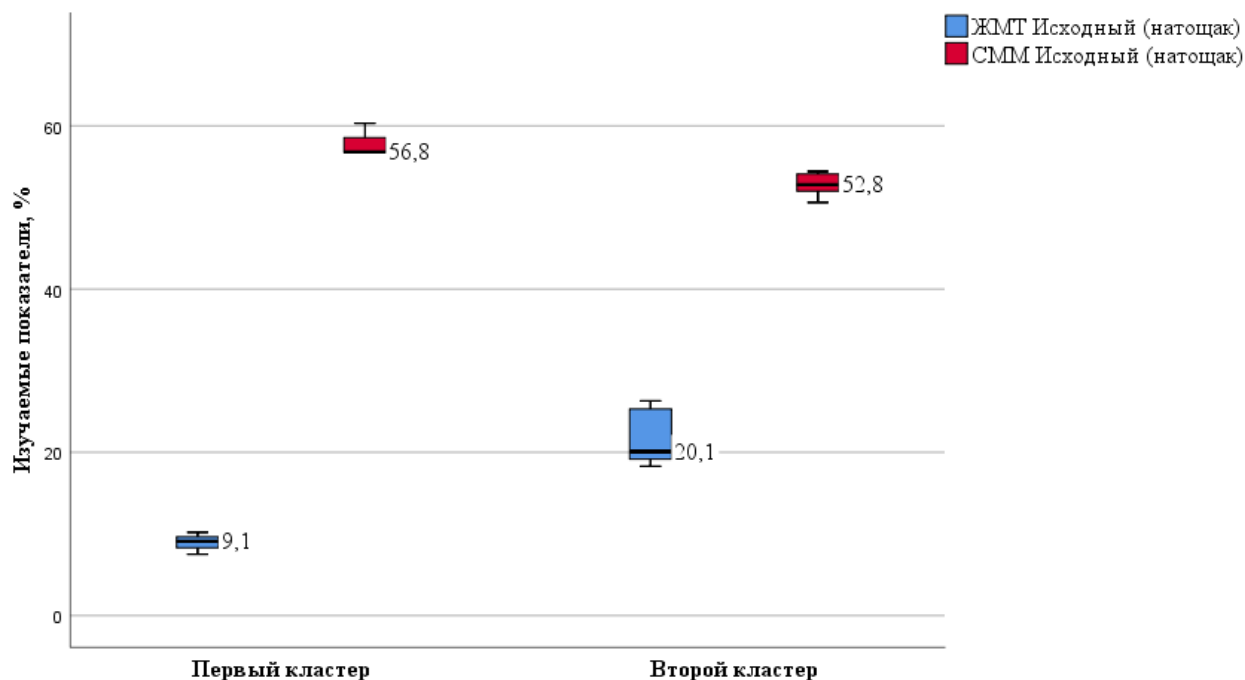


Рис. 6. Сравнение кластеров по изучаемым признакам

Таблица 3

Оценка динамики показателей у испытуемых первого кластера при употреблении воды

Этапы наблюдения	Показатели									
	ЖМТ, %		СММ, %		АКМ, %		Общая жидкость, кг		Фазовый угол, град	
	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3
Натошак	9,1	8,3-9,65	56,8	56,75-58,55	61,8	61,05-62,8	38,6	37,9-41,9	7,8	7,65-8,1
30 мин	9,4	8,55-9,8	56,6	56,55-59,15	62,0	61,05-62,3	38,5	37,85-41,85	7,9	7,65-8,0
60 мин	9,4	8,65-9,65	56,4	56,4-58,7	61,2	60,8-62,0	38,4	37,75-41,9	7,7	7,6-7,9
90 мин	9,6	8,75-9,9	56,4	56,3-59,05	62,1	61,0-62,45	38,4	37,7-41,6	7,9	7,65-8,0
120 мин	9,4	8,65-10,2	56,5	56,45-59,75	63,1	61,45-63,2	38,4	37,75-41,6	8,2	7,8-8,2
135 мин	9,5	8,85-10,1	56,3	56,3-59,45	63,0	61,2-63,05	38,3	37,7-41,6	8,2	7,7-8,2
р-значение	0,102		0,440		0,877		0,068		0,707	

Примечание: * – изменения показателей статистически значимы (p<0,05)

Таблица 4

Оценка динамики показателей у испытуемых второго кластера при употреблении воды

Этапы наблюдения	Показатели									
	ЖМТ, %		СММ, %		АКМ, %		Общая жидкость, кг		Фазовый угол, град	
	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3
Натошак	20,1	19,15-25,3	52,8	52,0-54,1	59,9	56,8-61,05	45,95	36,5-48,2	7,4	6,65-7,65
30 мин	21,5	20,15-25,35	52,9	51,9-54,0	59,4	57,4-61,4	45,8	36,3-48,05	7,25	6,8-7,7
60 мин	22,4	19,9-25,55	52,9	51,85-54,0	59,9	57,15-61,25	45,8	36,3-48,0	7,35	6,7-7,7
90 мин	22,7	19,9-25,7	53,0	51,75-54,15	60,0	57,15-61,2	46,0	36,1-48,25	7,4	6,75-7,65
120 мин	22,8	19,9-25,6	52,9	51,8-54,1	60,7	58,55-62,3	46,0	36,15-48,3	7,55	7,0-8,0
135 мин	23,1	19,95-25,6	53,0	51,75-54,1	60,7	58,35-62,4	46,05	36,1-48,3	7,55	7,0-8,0
р-значе-ние	0,478		0,754		0,003* p ₁₋₅ = 0,008* p ₁₋₆ = 0,002* p ₄₋₅ = 0,019* p ₄₋₆ = 0,005* p ₃₋₅ = 0,023* p ₃₋₆ = 0,006*		0,572		0,003* p ₁₋₅ = 0,023* p ₁₋₆ = 0,008* p ₄₋₅ = 0,019* p ₄₋₆ = 0,006* p ₃₋₅ = 0,019* p ₃₋₆ = 0,006*	

Примечание: * – изменения показателей статистически значимы (p<0,05)

Апостериорные сравнения показали, что процентное содержание АКМ статистически значимо повышалось при сопоставлении следующих данных: исходного уровня и 120 мин (p=0,008), исходного уровня и 135 мин (p=0,002), 90 мин и 120 мин (p=0,019), 90 мин и 135 мин (p=0,005), 60 мин и 120 мин (p=0,023), а также через 60 мин и через 135 мин (p=0,006) после употребления воды. У 87,5% испытуемых процентное содержание АКМ статистически значимо увеличилось через 120 мин и через 135 мин после употребления воды. Апостериорные сравнения также показали статистически значимое увеличение фазового угла при сопоставлении следующих данных: исходного уровня и через 120 мин (p=0,023), исходного уровня и через 135 мин (p=0,008), 90 мин и 120 мин (p=0,019), 90 мин и 135 мин (p=0,006), 60 мин и 120 мин (p=0,019), 60 мин и 135 мин (p=0,006). Через

120 мин и через 135 мин после употребления воды значения фазового угла статистически значимо изменились у 87,5% испытуемых.

Заклучение. Национальный институт здоровья (National Institute of Health) рекомендует избегать измерения БИА, когда участники обезвожены, в течение 4 часов после употребления пищи и напитков, имеют полный мочевого пузыря и в течение 12 часов после умеренных или интенсивных упражнений [14]. Вопреки данным рекомендациям, наши результаты исследования показывают, что в выборке молодых здоровых людей без ожирения нарушение стандартизации БИА (прием 200 мл воды) не оказывает существенного влияния на полученные значения %ЖМТ, %СММ и общей воды организма. Однако прием 200 мл воды статистически значимо изменял показатели АКМ и фазового угла на протяжении 135 минут измерений. Интересно, что

в группе с % ЖМТ 9,1 [8,3-9,65] при приеме 200 мл воды не было выявлено статистически значимых изменений ни по одному показателю измерений. При этом в группе с % ЖМТ 20,1 [19,15-25,3] нарушение стандартизации приводило к статистически значимым изменениям по показателям АКМ и фазовому углу.

Мы расширили предыдущие наблюдения, продемонстрировав, что показатели состава тела после потребления 200 мл воды

существенно не различаются при использовании аппарата БИА «рука-нога». В совокупности это говорит о том, что прием 200 мл воды вряд ли окажет значимое влияние на оценку содержания жира в организме и мышечной массы, измеренные БИА у здоровых активных людей без ожирения. Требуется дополнительные исследования данного протокола гидратации для стандартизации измерений БИА людей с ожирением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Combining Anthropometry and Bioelectrical Impedance Analysis to Predict Body Fat in Female Athletes / D. Foote, M. Berkelhammer, J. Marone, C. Horswill // *J Athl Train.* – Apr 1, 2022. – Vol. 57(4) – pp. 393-401. DOI: 10.4085/1062-6050-0747.20.
2. Sbrignadello, S. Bioelectrical Impedance Analysis for the Assessment of Body Composition in Sarcopenia and Type 2 Diabetes /S. Sbrignadello, C. Göbl, A. Tura // *Nutrients.* – Apr 29, 2022. – Vol. 14(9) – P. 1864. DOI: 10.3390/nu14091864.
3. Body fat and risk of all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies / Jayedi A., Khan T.A., Aune D. [et al] // *Int J Obes (Lond).* – Jun 18, 2022. – Vol. 46. – pp. 1573-1581. DOI: 10.1038/s41366-022-01165-5.
4. Acute Water Supplementation Improved the Body Composition of Young Female Adults After Water Restriction of 12 h in Baoding, China: A Randomized Controlled Trial (RCT) / Zhang J., Zhang N., Du S. [et al] // *Front Nutr.* – Jun 2020, 22. – Vol. 9. – P. 880630. DOI: 10.3389/fnut.2022.880630.
5. Fat-Free Mass Using Bioelectrical Impedance Analysis as an Alternative to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Calculating Energy Availability in Female Adolescent Athletes / Ramos I. E., Coelho G. M., Lanzillotti H. S. [et al] // *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* – May 6, 2022. – pp. 1-9. DOI: 10.1123/ijsnem.2021-0301.
6. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) - Derived Phase Angle in Children and Adolescents: A Systematic Review / Ballarin G., Valerio G., Alicante P. [et al] // *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* – Aug 1, 2022. – Vol. 75(2). – pp. 120-130. DOI: 10.1097/MPG.0000000000003488.
7. Rudnev, S. G. Studies on human body composition in Russia: past and present / S. G. Rudnev, E. Z. Godina // *J Physiol Anthropol.* – May 3, 2022. – Vol. 41(1). – P. 18. DOI: 10.1186/s40101-022-00291-3.
8. Dixon, C. B. The effect of a meal on measures of impedance and percent body fat estimated using contact-electrode bioelectrical impedance technology / C. B. Dixon, B. Masteller, J. L. Andreacci // *Eur J Clin Nutr.* – Sep 2013. – Vol. 67(9) – pp. 950-955. DOI: 10.1038/ejcn.2013.118.
9. Wagner, D. R. Bioelectrical Impedance Changes of the Trunk are Opposite the Limbs Following Acute Hydration Change / D. R. Wagner // *J Electr Bioimpedance.* – Jun 25, 2022. – Vol. 13(1). – pp. 25-30. DOI: 10.2478/joeb-2022-0005.
10. Influence of Acute Water Ingestion and Prolonged Standing on Raw Bioimpedance and Subsequent Body Fluid and Composition Estimates / Tinsley G. M., Stratton M. T., Harty P. S. [et al] // *J Electr Bioimpedance.* – May 20, 2022. – 13(1). – pp. 10-20. DOI: 10.2478/joeb-2022-0003.
11. Algül, S. Evaluation of Effects of Hydration and Dehydration Status On Body Composition Analysis Using Bioelectrical Impedance Method / S. Algül, O. Özçelik // *East J Med.* – 2022. – Vol. 27(2). – pp. 258-263. DOI: 10.5505/ejm.2022.39260.
12. Ugras, S. Evaluating of altered hydration status on effectiveness of body composition analysis using bioelectric impedance analysis / S. Ugras // *Libyan J Med.* – Dec 2020. – Vol. 15(1). – P. 1741904. DOI: 10.1080/19932820.2020.1741904.
13. Cho, C. Effects of Urination, Aerobic Exercise, Food and Water Ingestion on Body Composition Measured by Segmental Bioelectrical Impedance Analysis / C. Cho, S. Lee // *Exerc Sci.* – 2021. – Vol. 30(4). – pp. 472-480. DOI: 10.15857/ksep.2021.00416.
14. No differences in the body fat after violating core bioelectrical impedance measurement assumptions / Randhawa A.K., Jamnik V., Fung M. D. T. [et al] //

- BMC Public Health. – Mar 12, 2021. – Vol. 21(1). – P. 495. DOI: 10.1186/s12889-021-10552-y.
15. Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects / R. Mattiello, M. Amaral, E. Mundstock, P. Ziegelmann // Clin Nutr. – May, 2020. – Vol. 39(5). – pp. 1411-1417. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.07.004.
16. Reference Percentiles for Bioelectrical Phase Angle in Athletes / Campa F., Thomas D. M., Watts K. [et al] // Biology (Basel). – Feb 8, 2022. – Vol. 11(2). – P. 264. DOI: 10.3390/biology11020264.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Борисович Мирошников – кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Оксана Сергеевна Таникова – магистрант, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, e-mail: oksanita1.119@gmail.com.

Анастасия Геннадьевна Лапаева – аспирант, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва, e-mail: aglapaeva@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandr Borisovich Miroshnikov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Medicine, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.

Oksana Sergeevna Tannikova – Master Student, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, e-mail: oksanita1.119@gmail.com.

Anastasia Gennad'evna Lapayeva – Post-Graduate Student, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, e-mail: aglapaeva@gmail.com.

Для цитирования: Мирошников, А. Б. Влияние приема воды на изменения показателей состава тела, измеренные биоэлектрическим импедансом / А. Б. Мирошников, О. С. Таникова, А. Г. Лапаева // Современные вопросы биомедицины – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_17

For citation: Miroshnikov A.B., Tannikova O.S., Lapayeva A.G. Influence of water intake on changes in body composition measured by bioelectrical impedance. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_17

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_18
УДК 572.511.4

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_18
UDC 572.511.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

С.В. Михайлова

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал, г. Арзамас, Россия

Аннотация. Представлены результаты сравнительного анализа трех методов определения биологического возраста (метод В.П. Войтенко, шкала “Bio-age”, метод Л.М. Белозеровой) и выявления наиболее информативных биомаркеров у 143 студентов 18-25 лет. Были выявлены биомаркеры, оказывающие наибольшее влияние на темп биологического возраста: компонентный состав тела и физическая работоспособность, также у юношей – задержка дыхания и психическая продуктивность, а у девушек – статическая балансировка. Применение нескольких методик позволяет выявить наиболее информативные биомаркеры, обуславливающие ускорение темпа старения организма и свидетельствующие о нарушении в состоянии здоровья.

Ключевые слова: биологический возраст, метод В.П. Войтенко, шкала “Bio-age”, метод Л.М. Белозеровой.

IDENTIFYING INFORMATIONAL CRITERIA OF THE BIOLOGICAL AGE ASSESSMENT

S.V. Mikhajlova

Arzamas branch of the Lobachevskij University, Arzamas, Russia

Annotation. The results of a comparative analysis of three methods for identifying biological age (the method of V.P. Vojtenko, the “Bio-age” scale, the method of L.M. Belozerova) and the registration of the most informative biomarkers in 143 students aged 18-25 years are presented. We have identified the biomarkers that have the greatest impact on the rate of biological age: body composition and physical performance, in boys – breath holding and mental productivity, in girls – static balance. The use of several methods makes it possible to identify the most informative biomarkers that cause an acceleration in the rate of the body aging and indicate a violation in the state of health.

Keywords: biological age, V.P. Vojtenko's method, the “Bio-age” scale, L.M. Belozerova's method.

Введение. Сохранение здоровья студенческой молодежи является важной задачей, определяющей интеллектуальный потенциал и будущее нашей страны. Актуальность проблемы, характеризующаяся ростом заболеваемости студентов вузов, требует изучения различных факторов, являющихся причинами ухудшения здоровья студентов, разработку новых методов, позволяющих своевременно и точно выявлять отклонения в состоянии индивидуального здоровья [1-2]. В медицинской практике для оценки индивидуального

здоровья используется понятие «биологический возраст» (БВ), объединяющий структурные, функциональные, регуляторные и приспособительные характеристики организма [3-4].

Н.Г. Ахаладзе (2011) считает, что определение БВ можно соотнести с методом постановки диагноза, направленного на качественную оценку состояния здоровья с помощью количественного вычисления степени старения организма. В своих исследованиях им было определено ускорение темпов БВ в сочетании с преждевременным развитием таких хронических заболеваний,

как гипертония, ожирение и сахарный диабет, обусловленных неблагоприятными условиями труда [5].

Исследователями постоянно ведутся поиски интегрального показателя риска старения, накапливающего воздействия отрицательных факторов в течение жизни, которого можно представить в количественном выражении. Актуальным является разработка новых методов выявления начальных стадий нарушений, когда профилактические мероприятия дают хороший эффект [3].

Целью исследования является проведение сравнительного анализа результатов трех методик определения биологического возраста (в т.ч. новой – шкалы “Bio-age”) и выявление наиболее информативных биомаркеров.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на базе Центра здоровья в ходе профилактических медицинских осмотров и при изучении дисциплины «Физическая культура и спорт» на базе АФ ННГУ им. Н.И. Лобачевского среди 143 студентов (66 юношей и 77 девушек) 18-25 лет. Для оценки БВ использовались 3 метода:

1 – метод В.П. Войтенко, включающий 8 показателей: у юношей: САД – систолическое артериальное давление, ЗДВ (с) – продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, СБ (с) – статическая балансировка, СОЗ (балл) – самооценка здоровья; у девушек: ПАД – разница между САД и ДАД, МТ (кг) – масса тела, СБ, СОЗ [6].

2 – шкала “Bio-age”, включающая 11 показателей: процентное содержание ЖМТ% – жировой массы тела; АКМ% – активной клеточной массы; ОВ% – общей воды; ОсОб (ккал) – основной обмен; ЛПИ (усл. ед) – лодыжечно-плечевой индекс; ХЛ и ГЛ (ммоль/л) – уровень общего холестерина и глюкозы в крови; САД; ЖИ,% – жизненный индекс, рассчитанный по формуле $ЖЕЛ/МТ \times 100\%$, где ЖЕЛ – жизненная емкость легких, МТ – масса тела; СИ,% – силовой индекс, рассчитанный по формуле

$ДПК/МТ \times 100\%$, где ДПК – динамометрия правой кисти; ПАРС (усл. ед) – показатель активности регуляторных систем, вычисляемый в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа кардиоинтервалов. ПАРС определялся с помощью компьютерной программы оценки уровня здоровья «Ритм-экспресс», которая входит в перечень оборудования Центра здоровья и применяется при профилактических медицинских осмотрах [7]. Способ оценки БВ по шкале “Bio-age” включает измерение антропометрических, биоимпедансных и биохимических показателей, после чего у полученных показателей определяют номера центильных интервалов (ЦИ), которые переводят в баллы (5, 4, 3, 2, 1) и определяют коэффициенты от 1 до 0. Оценку БВ представляют в виде суммы коэффициентов ЦИ измеренных показателей, деленной на количество этих показателей. Полученные оценки ранжируют на 5 групп, которые последовательно располагаются на шкале “Bio-age”, отражающей степень соответствия БВ относительно календарного возраста (КВ). Для упрощения проведения расчетов разработана компьютерная программа [3].

3 – метод Л.М. Белозеровой, включающий 19 показателей: ФР1 (в кг/мин), ФР2 (кг/мин на кг массы) – субмаксимальная физическая работоспособность; ЧСС – частота сердечных сокращений при выполнении нагрузки; САД и ДАД. при выполнении нагрузки; НП (усл. ед) – непосредственная память; ОП (усл. ед) – оперативная память; ИКП (усл. ед) – индекс кратковременной памяти; К (усл. ед) – индекс психической продуктивности; Q (усл. ед) – психическая продуктивность; С1 (усл. ед) – количество ошибок на 500 знаков; С2 (усл. ед) – количество ошибок на 200 знаков; КЛ (усл. ед) – способность к классификациям; П (усл. ед) – способность к толкованию пословиц; СА (усл. ед) – способность к подбору синонимов и антонимов; МИ (усл. ед) – способность к методу исключения; А (усл. ед) – способность к

ассоциациям; Ш (усл. ед) – объем внимания по таблицам Шульте-Платонова; Т (усл. ед) – объем внимания по тахистоскопии [8].

Оценки БВ, в зависимости от величины отклонения его от популяционного стандарта, распределили на 5 групп [3, 9]:

- БВ1 – резко замедленный темп БВ: от -15 до -9 лет, (БВ значительно ниже КВ);

- БВ2 – замедленный темп БВ: от -8,9 до -3 лет (БВ ниже КВ);

- БВ3 – БВ соответствует КВ: от -2,9 до +2,9 лет (БВ равен КВ);

- БВ4 – ускоренный темп БВ: от +3 до +8,9 лет (БВ выше КВ);

- БВ5 – резко ускоренный темп БВ: от +9 до +15 лет (БВ значительно выше КВ).

Исследование проведено в рамках совместной научно-исследовательской деятельности АФ ННГУ с Центром здоровья; после получения положительного решения локального этического комитета; на сертифицированном и регулярно поверяемом оборудовании, включенном в перечень оснащения Центра здоровья; при

информированном согласии обследованных и с соблюдением четких критериев исключения (наличие на момент обследования острых или обострения хронических заболеваний, беременности, а также отказ от обследования).

По результатам исследования создана персонифицированная база данных, статистическая обработка проводилась с использованием программ офисного пакета “EXCEL v8.00” и “Version 4.03 Primer of Biostatistics”. Для выполнения задач исследования применяли методы вариационной статистики (средняя арифметическая (M), ошибка средней арифметической (m), коэффициент корреляции (r)), методы оценки достоверности результатов (критерий Фишера – F). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам оценки БВ с применением 3-х методов был проведен сравнительный анализ полученных данных (табл.).

Таблица

Распределение показателей биологического возраста студентов, %

Темп БВ	По методу В.П. Войтенко			По шкале “Bio-age”			По методу Л.М. Белозеровой		
	Ю	Д	Все	Ю	Д	Все	Ю	Д	Все
БВ1	6.1	7.8	7.0	3.0	5.2	4.2	-	6.5	3.5
БВ2	10.6	15.6	13.3	12.1	14.3	13.3	16.7	11.7	14.0
БВ3	42.4	53.2	48.3	53.1	58.4	55.9	47.0	53.2	50.3
БВ4	24.2	14.3	18.8	19.7	11.7	15.4	19.6	15.6	17.5
БВ5	16.7	9.1	12.6	12.1	10.4	11.2	16.7	13.0	14.7

Примечание: БВ – биологический возраст; Ю – юноши; Д – девушки; БВ1 – резко замедленный темп БВ (БВ значительно ниже КВ); БВ2 – замедленный темп БВ (БВ ниже КВ); БВ3 – БВ соответствует КВ (БВ равен КВ); БВ4 – ускоренный темп БВ (БВ выше КВ); БВ5 – резко ускоренный темп БВ (БВ значительно выше КВ)

Почти половина студентов имеет БВ3, где девушек больше, чем юношей. Ускоренный темп БВ имеют 26,6% (по шкале “Bio-age”), 31,4% (по методу В.П. Войтенко) и 32,2% (по методу Л.М. Белозеровой) студентов (в т.ч. и резко ускоренный темп БВ). Замедленный темп БВ имеют 17,5% (по шкале “Bio-age” и методу Л.М. Белозеровой) и 20,3% (по методу В.П. Войтенко)

студентов (в т.ч. и резко замедленный темп БВ). Распределение оценок БВ имеет сходную структуру в 3-х применяемых в исследовании методиках, но различную наполняемость групп. Наибольшая доля совпадений определена в группе БВ3, где 15 юношей и 20 девушек имеют БВ, соответствующий КВ, рассчитанный по трем

методам. Также тройное совпадение выявлено в группах: БВ1 – у 1 девушки, БВ2 – у 3 юношей, БВ5 – у 3 юношей и 4 девушек.

Для выявления наиболее информативных биомаркеров, обуславливающих темп БВ, был проведен корреляционный анализ показателей каждого из 3-х методов. Среди 11 показателей, используемых при оценке БВ по шкале “Bio-age”, значения ЖМТ% сильнее всех влияют на темп БВ (у юношей $r=-0,75$, у девушек $r=-0,81$), далее следуют ОВ%, АКМ%, ОсОб (у юношей $r=-0,73$, $-0,70$, $-0,70$; у девушек $r=-0,76$, $-0,78$, $-0,70$ соответственно, где $p<0,05$).

Результаты корреляционного анализа биомаркеров, входящих в методику В.П. Войтенко, показали, что у юношей наибольшее влияние на темп БВ оказывают ЗДВ ($-0,73$) и СБ ($-0,63$), а у девушек СБ ($-0,71$) и СОЗ ($0,62$).

По методу Л.М. Белозеровой определили, что у девушек БВ преимущественно коррелирует с физической работоспособностью, т.е. с такими ее показателями как ФР1 ($r=-0,72$), ФР2 ($r=-0,60$), ЧСС, САД ($r=0,52$). Только три биомаркера когнитивных функций (Q, КЛ, Ш) имеют статистически значимое, но не значительное влияние на темп БВ ($-0,26$, $-0,23$ и $-0,25$ соответственно, $p<0,05$).

У юношей на темп БВ оказывают значительное влияние биомаркеры физической работоспособности, но при этом и биомаркеры умственной работоспособности (НП, ОП, ИКП, Q, КЛ, П, СА, Ш, Т) статистически достоверно коррелируют с темпом БВ. Наиболее значимыми являются: Q ($r=-0,61$), Ш ($r=-0,48$), СА ($r=-0,46$). Таким образом, ФР1 – биомаркер, оказывающий наибольшее влияние на темп БВ из всех 19 показателей физической и умственной работоспособности (у юношей $r=-0,79$, у девушек $r=-0,72$), т.е. темп БВ в большей степени зависит от физической работоспособности, чем от умственной, особенно у девушек.

В ходе исследования были рассчитаны средние значения биомаркеров каждой из

трех применяемых методик с учетом темпа БВ.

Средние значения биомаркеров, применяемые при оценивании по методу Л.М. Белозеровой и показывающие статистически значимое ухудшение значений с ускорением темпа БВ следующие: у девушек – ФР1, ФР2, ЧСС и САД; у юношей – ФР1, ФР2, ЧСС, САД, НП, ИКП, СА, А и Ш.

Средние значения биомаркеров, применяемых в методике В.П. Войтенко, с увеличением темпа БВ у юношей изменяются в худшую сторону: САД и СОЗ возрастают, а ЗДВ и СБ снижаются. Аналогично происходит у девушек: СБ снижается, а СОЗ и МТ возрастают.

Сравнительный анализ средних значений биомаркеров, используемых при оценке БВ по шкале “Bio-age”, выявил статистически значимые ухудшения параметров, обусловленные ускорением темпа БВ, у юношей – САД, ХЛ, ОВ%, АКМ%, ЖМТ% и ОсОб, а у девушек – СИ, ОВ%, АКМ%, ЖМТ% и ОсОб.

На ускорение или замедление темпа БВ влияют генетические факторы, а также факторы внешней среды [10]. При этом в исследованиях указывается, что вклад генетических факторов в продолжительность жизни людей старше 85 лет составляет не более 20-30%, и только у 15% долгожителей определен ген «долгожительства» [11]. Поэтому в основу ускорения БВ ставится комплекс причин, связанных с социально-экономическими факторами на уровне страны, среды общения, семьи, а также с индивидуальными факторами социальной напряженности и неправильным образом жизни. Сегодня проблемой является то, что для оценки БВ и преждевременного старения в отдельных группах людей, регионах и странах нет равнозначных методов, несмотря на огромное количество способов, как уже разработанных, так и появляющихся вновь в научной литературе [10].

В проведенном исследовании использованы три метода, включающие различные биомаркеры, характеризующие морфофункциональные, когнитивные, психоэмо-

циональные и приспособительные особенности и возможности организма. Были выявлены биомаркеры, оказывающие наибольшее влияние на темп БВ:

- по методу В.П. Войтенко – СБ, также у юношей – ЗДВ, а у девушек – СОЗ. Фадеева Н.И. с соавтор. (2014), используя в своем исследовании данный метод, определили, что БВ в большей степени коррелирует с уровнем СОЗ [4];

- по методу Л.М. Белозеровой – ФР1, также у юношей Q, а у девушек – САД и ЧСС;

- по шкале “Bio-age” – компоненты состава тела (ЖМТ, АКМ, ОВ) и ОсОб. Нормализация компонентного состава тела является необходимым условием поддержания темпа БВ на оптимальном уровне на всех этапах онтогенеза. Исследователями доказано, что чем выше процент мышечной массы в организме, тем ниже вероятность смерти от возрастных патологий сердечно-сосудистой системы. Поэтому при поддержании себя в форме концентрироваться нужно не только на снижении веса, но и увеличении мышечной массы, а также регуляции основного и водного обмена [12-13].

Сравнительный анализ результатов оценки БВ по трем методикам показал, что почти половина студентов имеет БВ, соответствующий КВ, среди которых девушек больше, чем юношей. Ускоренный и резко ускоренный темп БВ имеют от 26,6% до 32,2% студентов, а замедленный и резко замедленный темп БВ – от 17,5% до 20,3% студентов (в зависимости от метода). Распределение оценок БВ имеет сходную структуру в 3-х применяемых в исследовании методиках, но различную наполняемость групп. Выявлено совпадение равнозначных оценок БВ по трем методам у 31,8% юношей и 32,5% девушек.

Наличие большого количества студентов (26,6%-30,2%) с высоким темпом БВ подтверждается результатами трех методик, что свидетельствует о неблагоприятных тенденциях в состоянии здоровья молодежи. Схожие результаты получены в

других исследованиях. Так, Рослякова Е.М. с соавтор. (2015), используя метод В.П. Войтенко, выявили, что у студентов превышение БВ над КВ составило от $10,0 \pm 2,7$ лет до $22,0 \pm 3,2$ года [14].

Заключение. Оценка БВ с помощью данных способов позволяет сделать вывод, что выбор определенной методики зависит в первую очередь от заданной цели исследования и возможностей (имеющегося оборудования):

- Метод В.П. Войтенко является наиболее популярным в нашей стране благодаря своей доступности для использования при массовых обследованиях. Его недостатком является применение показателя МТ, который при высоких его значениях не уточняет, за счет какого компонента обуславливается избыток веса тела (жировой или мышечной массы). Данный аспект актуален для лиц, активно занимающихся спортом, у которых часто бывает избыточный вес за счет хорошо развитой мускулатуры.

- Методика Л.М. Белозеровой включает много показателей и трудоемка в исполнении и расчетах. В проведенном исследовании позволила определить, что БВ у студентов в первую очередь зависит от физической работоспособности.

- Для оценки БВ по шкале “Bio-age” используются антропометрические, биоимпедансные и биохимические показатели, входящие в программу профилактического медицинского обследования в Центре здоровья, поэтому не требуются дополнительных измерений. Используется оборудование, которым оснащены все Центры здоровья России. Метод доступен и может применяться при профилактических медицинских осмотрах взрослого населения (18-70 лет) в Центрах здоровья нашей страны.

Таким образом, совмещение нескольких методик позволяет выявить наиболее информативные биомаркеры, обуславливающие ускорение темпа старения организма и свидетельствующие о нарушении в состоянии здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскурякова, Л. А. Структура и оценка эффективности мероприятий системы сохранения здоровья студентов / Л. А. Проскурякова, Е. Н. Лобыкина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 1. – С.79-84.
2. Сетко, Н. П. Гигиеническая оценка функциональных резервов и адаптационных возможностей студенто / Н. П. Сетко, Е. В. Булычева, Е. Б. Бейлина // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – № 2. – С. 166-170.
3. Патент N 2695022 Российская Федерация, А61В 5/0205 (2006.01), А61В 5/053 (2006.01), А61В 5/107 (2006.01), А61В 5/22 (2006.01), G01N 33/66 (2006.01), G01N 33/92 (2006.01). Способ оценки биологического возраста: N 2018127163: заявлено 23.07.2018: опубл. 18.07.2019 / Крылов В. Н., Кузмичев Ю. Г., Михайлова С. В. [и др.]
4. Сравнительный анализ систем оценки биологического возраста / Фадеева Н. И., Турова Е. А., Кончугова Т. В. [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2014. – № 2. – С.43-47.
5. Ахаладзе, Н. Г. Биологический возраст как проблема теоретической и практической медицины / Н. Г. Ахаладзе // Medix Anti-aging. – 2011. – № 2. – С.4-6.
6. Войтенко, В. П. Здоровье здоровых: введение в сонологию / В. П. Войтенко. – Киев: Здоровье, 1991. – 245 с.
7. Организация и функционирование Центров здоровья. Учебное пособие. – М.: ГОУ ВПО РГМУ, 2010. – 60 с.
8. Патент N 2102924 Российская Федерация, МПК А63В 71/00 (2006.01), А63В 71/00 (2021.05) Способ определения биологического возраста человека: N 94038542/14: заявлено 12.10.1994: опубл. 27.01.1998 / Белозерова Л. М.
9. Маркина, Л. Д. Определение биологического возраста человека методом В.П. Войтенко / Л. Д. Маркина. – Владивосток, ВГМУ, 2001. – 29 с.
10. Самородская, И. В. Биологический возраст и скорость старения как фактор развития неинфекционных заболеваний и смертности / И. В. Самородская, М. А. Старинская // Профилактическая медицина. – 2016. – № 5. – С. 41-46.
11. Metaanalysis of genetic variants associated with human exceptional longevity / Sebastiani P., Bae H., Sun F. X. [et al] // Aging (Albany NY). – 2013. – Vol. 5. – № 9. – pp. 653-661.
12. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А. [и др.]. – М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 493 с.
13. Mobile health advances in physical activity, fitness, and atrial fibrillation: moving hearts / McConnell M. V., Turakhia M. P., Harrington R. A. [et al.] // Journal of the American college of cardiology. – 2018. – Vol. 71. – № 23. – pp. 2691-2701.
14. Сравнительные характеристики биологического возраста преподавателей и студентов КАЗНМУ / Рослякова Е. М., Бисерова А. Г., Байжанова Н. С. [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – Т.12. – № 8. – С.1431-1434.

REFERENCES

1. Proskuryakova L.A., Lobykina E.N. Structure and evaluation of the effectiveness of measures of the system of preservation of students' health. *Hygiene and Sanitation*, 2017, vol. 96, no. 1. pp. 79-84. (in Russ.)
2. Setko N.P., Bulycheva E.V., Bejlina E.B. Hygienic assessment of students' functional reserves and adaptive capabilities. *Hygiene and Sanitation*, 2017, vol. 96, no.2, pp. 166-170. (in Russ.)
3. Krylov V.N., Kuzmichev Yu.G., Mikhajlova S.V., Krasnikova L.I., Saburcev S.A., Oshevskij L.V. Method for assessing biological age. Patent RF № 2695022, 2019. (in Russ.)
4. Fadeeva N.I., Turova E.A., Konchugova T.V., Bobkova A.S., Bezborodova O.A. Comparative analysis of biological age assessment systems. *Questions of Balneology, Physiotherapy and Physical Therapy*, 2014, no. 2, pp. 43-47. (in Russ.)
5. Akhaladze N.G. Biological age as a problem of theoretical and practical medicine. *Medix Anti-aging*, 2011, no. 2. pp. 4-6. (in Russ.)
6. Vojtenko V.P. Health of the Healthy: An Introduction to Sonology. Kiev: Zdorov'e, 1991. 245 p. (in Russ.)
7. Organization and operation of Health Centers. A study guide. Moscow: GOU VPO RGMU, 2010. 60 p. (in Russ.)
8. Belozeroва L.M. Method for assessing biological age. Patent for invention RF 2102924 C1, 1998. (in Russ.)
9. Markina L.D. Identifying the biological age of a person by the method of V.P. Voitenko. Vladivostok, Vladivostok State Medical University, 2001. 29 p. (in Russ.)
10. Samorodskaya I.V., Starinskaya M.A. Biological age and the rate of aging as a factor in the development of non-communicable diseases and

mortality. *Preventive Medicine*, 2016, no. 5. pp. 41-46. (in Russ.)

11. Sebastiani P., Bae H., Sun F.X., Andersen S.L., Daw E.W., Malovini A., Kojima T., Hirose N., Schupf N., Puca A., Perls T.T. Metaanalysis of genetic variants associated with human exceptional longevity. *Aging (Albany NY)*. 2013, vol. 5, no. 9, pp. 653-661.

12. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., Chernykh S.P., Kryukova T.A., Kolesnikov V.A., Melnichenko O.A., Ponomareva E.G. Bioimpedance study of body composition of the population of Russia. Moscow: RIO CNPIOIZ, 2014. 493 p. (in Russ.)

13. McConnell M.V., Turakhia M.P., Harrington R.A., King A.C., Ashley E.A. Mobile health advances in physical activity, fitness, and atrial fibrillation: moving hearts. *Journal of the American college of cardiology*, 2018, vol. 71, no.23, pp. 2691-2701.

14. Roslyakova E.M., Biserova A.G., Bajzhanova N.S., Igibaeva A.S., Alipbekova A.S. Comparative characteristics of the biological age of teachers and students of KAZNMU. *International Journal of Applied and Basic Research*, 2015, vol.12, no. 8, pp.1431-1434. (in Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Светлана Владимировна Михайлова – кандидат биологических наук, доцент кафедры физической культуры, Арзамасский филиал ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Арзамас, e-mail: fatinia_m@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana Vladimirovna Mikhajlova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Physical Education Department, Arzamas branch of the Lobachevskij University, e-mail: fatinia_m@mail.ru.

Для цитирования: Михайлова, С. В. Определение информативных критериев оценки биологического возраста / С. В. Михайлова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_18

For citation: Mikhajlova S.V. Identifying informational criteria of the biological age assessment. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_18

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_19
УДК 611.1; 001.891.53

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_19
UDC 611.1; 001.891.53

ВЛИЯНИЕ L-ТИРОКСИНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА

А.М. Мишина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия

Аннотация. Цель: изучить особенности модулирующего влияния L-тироксина на механизмы регуляции физиологических функций сердечно-сосудистой системы у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома. В целях исследования влияния регуляторных эффектов тиреоидных гормонов крысам в течение 21 дня вводили L-тироксин (per os; 1 г/кг в объеме 0,25-0,30 мл). Измерение параметров деятельности сердечно-сосудистой системы крыс проводили неинвазивным методом с использованием аппарата CODA Monitor. Показано, что у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома отмечается перестройка физиологических механизмов, связанных с регуляцией параметров деятельности сердечно-сосудистой системы. В отдельной серии экспериментов установлены особенности модулирующего влияния L-тироксина на регуляцию параметров деятельности сердца и гемодинамики. Так, в контрольной и экспериментальной группах отмечались разнонаправленные реакции параметров кровообращения на действие L-тироксина. Установленные данные свидетельствуют об особенностях влияния L-тироксина на физиологические функции и механизмы их регуляции в условиях экспериментальной модели метаболического синдрома.

Ключевые слова: метаболический синдром, L-тироксин, сердечно-сосудистая система, лабораторные крысы.

THE EFFECT OF L-THYROXINE ON THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF RATS WITH A METABOLIC SYNDROME EXPERIMENTAL MODEL

A.M. Mishina

Samara National Research University, Samara, Russia

Annotation. The aim of the research was to study the features of the modulating effect of L-thyroxine on the mechanisms of regulation of physiological functions of the cardiovascular system of rats with a metabolic syndrome experimental model. In order to study the influence of the regulatory effects of thyroid hormones, rats were injected with L-thyroxine (per os; 1 g/kg in a volume of 0.25-0.30 ml) for 21 days. Measurement of the parameters of the activity of the cardiovascular system of rats was carried out by a non-invasive method using the CODA Monitor device. It is shown that in rats with the metabolic syndrome experimental model, there is a physiological mechanism restructuring process associated with the regulation of the cardiovascular system parameters. In a separate series of experiments, the features of the modulating effect of L-thyroxine on the regulation of heart activity parameters and hemodynamics were established. Thus, in the control and experimental groups, there were multidirectional reactions of blood circulation parameters to the action of L-thyroxine. The established data testify to the features of the L-thyroxine effect on physiological functions and the mechanisms of their regulation in the experimental model of metabolic syndrome.

Keywords: metabolic syndrome, L-thyroxine, cardiovascular system, laboratory rats.

Введение. Распространенность метаболического синдрома (МС) в современном обществе прогрессивно увеличивается в течение последних лет, что становится

причиной повышенной заболеваемости и смертности.

Метаболический синдром – это совокупность нарушений гормональной

регуляции углеводного, жирового, белкового и других видов обмена под действием внешних и внутренних факторов с характерным развитием гипертонической болезни, ожирения, атеросклероза и последующих осложнений [8].

На сегодняшний день стало известно, что щитовидная железа также страдает при синдроме резистентности к инсулину [4]. Учитывая высокую распространенность патологии щитовидной железы и метаболического синдрома в популяции, изучение связи этих заболеваний является актуальным в целях улучшения диагностики и лечения.

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилось изучение особенности модулирующего влияния L-тироксина на механизмы регуляции физиологических функций сердечно-сосудистой системы у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома.

Метаболический синдром определяется как совокупность метаболических нарушений, которые включают центральное ожирение, резистентность к инсулину, артериальную гипертензию и снижение концентрации холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) [8]. Он также связан с другими сопутствующими заболеваниями, такими как: неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП), холестериновая желчнокаменная болезнь и нарушения репродуктивной функции [1].

Метаболический синдром, по определению, не является заболеванием, а представляет собой совокупность отдельных метаболических факторов риска, включая абдоминальное ожирение, гипергликемию, гипертриглицеридемию, артериальную гипертензию и низкий уровень холестерина (липопротеинов высокой плотности). Эти факторы риска могут резко увеличить распространенность диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний [6].

Сообщаемая распространенность метаболического синдрома сильно различается в зависимости от используемого определения,

пола, возраста, социально-экономического статуса и этнического происхождения исследуемых когорт [5].

Исследования показали, что щитовидная железа также страдает при синдроме резистентности к инсулину. Взаимоотношения различных составляющих метаболического синдрома и функции щитовидной железы неоднозначны. С одной стороны, имеются многочисленные исследования, подтверждающие взаимосвязь гипотиреоза с артериальной гипертензией, ишемической болезни сердца (ИБС) и нарушениями липидного обмена, с другой – нарушения углеводного обмена и гиперсимпатикотония тесно коррелирует с гипертиреозом. При этом инсулинорезистентность встречается как при гипо-, так и при гипертиреозе [4]. Нарушение функциональной активности щитовидной железы вносит определенный вклад в развитие и прогрессирование атеросклероза, влияя на ключевые этапы катаболизма атерогенных липидов, дефицит тиреоидных гормонов потенцирует процессы атерогенеза [3].

Методы и организация исследования.

Методика исследования соответствовала требованиям ГОСТ 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики (Good Laboratory Practice – GLP)», а также Правилам лабораторной практики и директивам Европейской Конвенции по защите позвоночных животных.

Эксперимент был проведен на 12 крысах-самцах. Животные содержались в стандартных условиях вивария. Крыс разделяли на 2 группы по 6 особей в каждой. Контрольная группа крыс содержалась на стандартной лабораторной диете (322 ккал/100 г: белки – 19%, углеводы – 60%, жиры – 6%); экспериментальная группа – на высококалорийной жировой диете (443 ккал/100 г: белки – 17%, углеводы – 60%, жиры – 16%) в течение 10 недель [2]. Каждый день регистрировали потребление пищи и каждую неделю измеряли показатели сердечно-сосудистой системы.

В целях исследования влияния регуляторных эффектов тиреоидных гормонов

крысам обеих групп в течение 21 дня вводили L-тироксин (per os; 1 г/кг в объеме 0,25 -0,30 мл).

Измерение параметров деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) крыс проводили неинвазивным методом с использованием аппарата CODA Monitor. Первоначально всех животных приучали свободно входить в держатель и находиться в нем, чтобы избежать дополнительного стрессирования при проведении эксперимента.

Регистрировали систолическое давление (СД), диастолическое давление (ДД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), минутный объем крови (МОК). Запись данных показателей у каждого животного осуществляли 6-8 раз подряд, поскольку параметры деятельности сердечно-сосудистой системы могут варьировать в небольшом диапазоне, на основании полученных данных рассчитывали моду. Пульсовое давление (ПД) рассчитывали по стандартной формуле как разницу между СД и ДД.

Регистрацию параметров гемодинамики в каждой группе проводили один раз в неделю в течение всего эксперимента.

Обработку полученных данных проводили с использованием пакета прикладных статистических программ SigmaPlot 12.5. Выборки испытуемых проверялись на нормальность в тесте Shapiro-Wilk. Для оценки достоверности различий между параметрами сердечно-сосудистой системы у крыс применяли тест Paired t-test. В качестве описательных статистик приведены средние значения \pm стандартная ошибка средних значений ($M \pm SEM$). Изменения параметров считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и из обсуждение. Проведенный в работе анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у крыс контрольной и опытной группы позволил получить следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Показатели параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у крыс контрольной и экспериментальной группы в исходных условиях и при фармакологическом воздействии L-тироксина

Параметры	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	Исходные значения	В условиях гипертиреоза	Исходные значения	В условиях гипертиреоза
САД, мм рт. ст.	107,00 \pm 12,55	60,20 \pm 12,59*	135,60 \pm 52,25	128,80 \pm 12,133
ДАД, мм рт. ст.	89,00 \pm 7,68	43,40 \pm 8,98*	109,40 \pm 47,61	106,80 \pm 13,62
ПД, мм рт. ст.	18,00 \pm 7,00	16,80 \pm 5,07	26,20 \pm 15,77	22,00 \pm 5,15
ЧСС, уд/мин.	324,00 \pm 14,05	327,20 \pm 34,61	299,00 \pm 85,52	463,20 \pm 39,21 *
МОК, мл/мин	28,40 \pm 4,62	39,20 \pm 5,88 *	20,80 \pm 8,73	22,77 \pm 10,19

Примечание: * ($p < 0,05$) – статистически значимые отличия от исходного значения

В ходе исследований было установлено, что в исходных физиологических условиях показатели параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у контрольной группы крыс соответствуют литературным данным [7]. Экспериментальная группа, в условиях метаболического синдрома, в контрольном исследовании имела значительные отклонения в параметрах деятельности ССС относительно контрольной группы.

Так, в исходных физиологических условиях показатели систолического артериального давления (САД) у опытной группы крыс, как правило, превышали показатели контрольной группы в среднем на 28,6 мм рт. ст. После двухнедельного приема L-тироксина в контрольной группе животных происходило значимое снижение САД на 43,74 % (в среднем на 46,8 мм рт. ст.). В экспериментальной группе в условиях гипертиреоза также происходило

снижение параметров САД, но в незначительной степени, всего на 5,01% (в среднем 6,8 мм рт. ст.) (рис. 1).

Диастолическое артериальное давление в исходных условиях у особей с выраженным метаболическим синдромом незначительно превышало показатели контрольной группы. В условиях фармакологического

введения L-тироксина у лабораторных животных контрольной группы происходило качественное снижение параметров ДАД на 51,23% (в среднем на 45,6 мм рт. ст.), тогда как снижение ДАД в экспериментальной группе происходило всего на 2,38% (в среднем на 2,6 мм рт. ст.) (рис. 1).

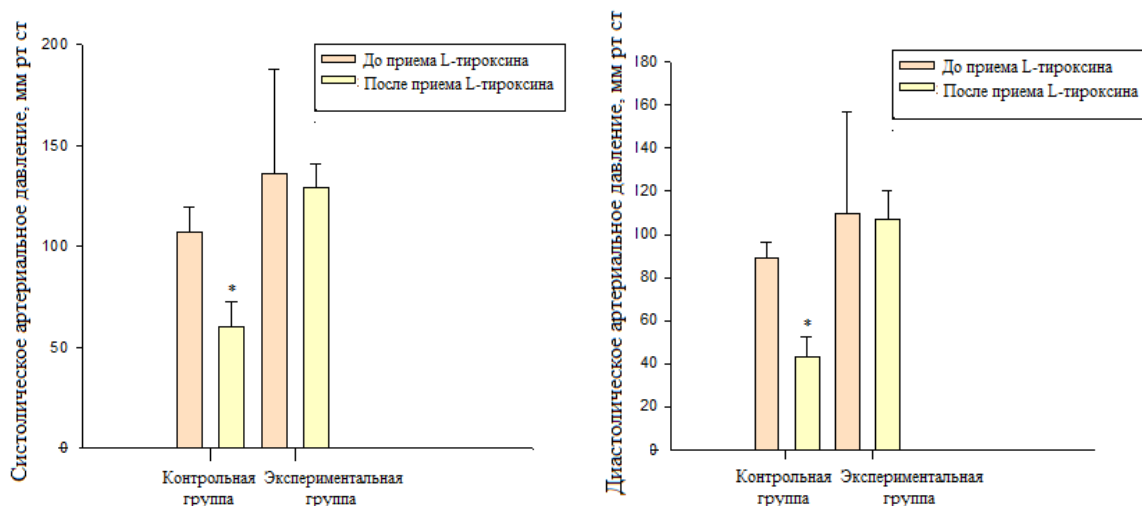


Рис. 1. Изменение показателей САД и ДАД у особей контрольной и экспериментальной групп в исходных условиях и при фармакологическом воздействии L-тироксина

Примечание: *($p < 0,05$) – статистически значимые отличия от исходных значений

Параметры пульсового давления у крыс опытной группы незначительно превышало значения контрольной группы в исходных условиях (в среднем на 1,2 мм рт. ст.). В ходе эксперимента показатели ПД на фоне введения L-тироксина значимо не изменялись.

В ходе исследования нами также было установлено, что в исходном физиологическом состоянии показатели частоты сердечных сокращений у животных, находящихся в состоянии метаболического синдрома, в среднем было ниже на 25 ударов в минуту (рис. 2).

Влияние двухнедельного приема препаратов привело к достоверному увеличению

ЧСС у особей экспериментальной группы на 54,91% (в среднем на 164,2 ударов в минуту), в то время как у особей контрольной группы значимых изменений не наблюдалось (рис. 2).

Минутный объем крови в исходном состоянии у животных экспериментальной группы в среднем был ниже на 7,6 литров в минуту. При моделировании гипертиреоза происходило увеличение МОК в обеих испытуемых группах. Так, в контрольной группе произошло значимое увеличение показателей на 38,02% (в среднем на 10,8 л/мин), тогда как в экспериментальной группе МОК увеличился лишь на 114,42% (в среднем на 23,80 л/мин) (рис. 2).

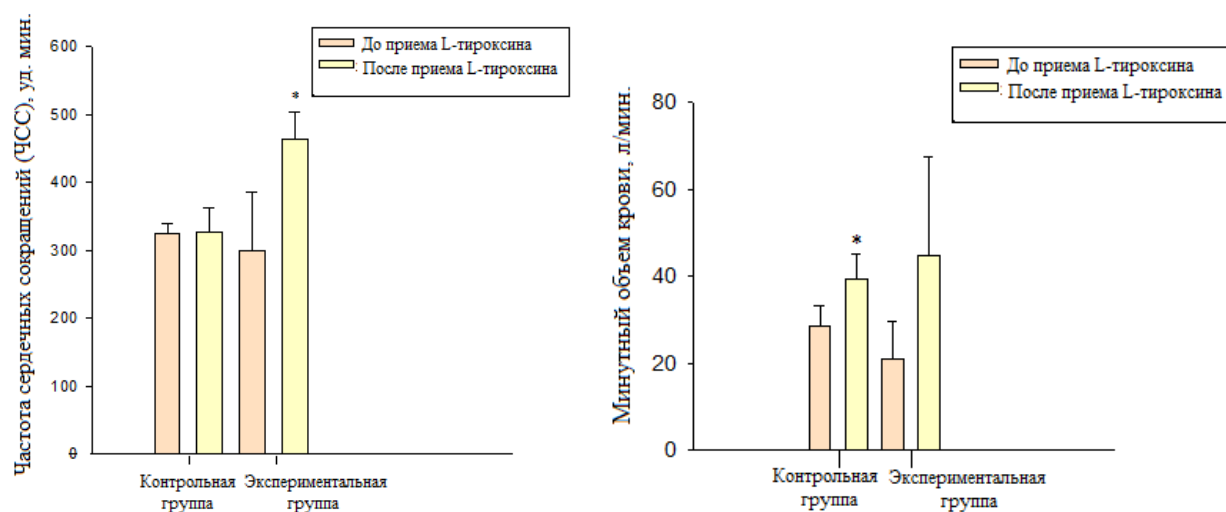


Рис. 2. Изменение показателей ЧСС и МОК у особей контрольной и экспериментальной групп в исходных условиях и при фармакологическом воздействии L-тироксина

Примечание: *($p < 0,05$) – статистически значимые отличия от исходных значений

Таким образом, при анализе влияния МС на показатели параметров деятельности сердечно-сосудистой системы было установлено, что в условиях нарушенного метаболизма у крыс происходит снижение частоты сердечных сокращений, которое коррелирует со значительным увеличением показателей систолического и диастолического артериального давления. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении работы сердечно-сосудистой системы в условиях развития инсулинрезистентных заболеваний. Данные нарушения также отражаются в снижении показателей минутного объема крови.

После 2-х недельного приема синтетического тироксина у крыс прослеживалось изменение деятельности ССС. Так, у контрольной группы происходило достоверное снижение показателей САД и ДАД, что коррелировало с уменьшением ЧСС и МОК. Снижение функциональной активности сердечно-сосудистой системы у крыс контрольной группы доказывает угнетение выработки собственных тироидных гормонов, стимулирующих работу сердца, которое сформировалось в результате отрицательной обратной связи под воздействием синтетического L-тироксина.

В экспериментальной группе животных при приеме L-тироксина сохранялся высокий показатель АД, но при этом наблюдалось значимое увеличение ЧСС, что свидетельствует об адаптации ССС в условиях фармакологического модели гипертиреоза, которые косвенно указывают на наличие дисфункции щитовидной железы в условиях развития МС.

Заключение. В ходе выполнения исследования были получены приоритетные данные о влиянии L-тироксина на механизмы регуляции физиологических функций у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома. В частности, установлены особенности модулирующего влияния L-тироксина (как важнейшего биологического регулятора всех видов метаболизма) на регуляцию параметров деятельности сердца и гемодинамики.

Так, у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома выявлена специфика в реакциях параметров кровообращения на действие L-тироксина. В условиях метаболического синдрома полухроническое действие L-тироксина не приводило к значимому повышению такого

интегрального показателя кровообращения, как минутный объем крови, но наблюдалось значимое увеличение ЧСС, что косвенно указывает на наличие дисфункции щитовидной железы у крыс с выраженным МС.

Полученные в рамках исследовательской работы новые данные расширяют имеющиеся в экспериментальной биологии представления об особенностях влияния тиреоидных гормонов на регуляторные механизмы в условиях метаболических нарушений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, О. В. Метаболический синдром / О. В. Александров, Р. М. Алехина, С. П. Григорьев // Российский медицинский журнал. – 2006. – № 6. – С. 50-55.
2. Бирулина, Ю. Г. Экспериментальная модель метаболического синдрома у крыс на основе высокожировой и высокоуглеводной диеты / Ю. Г. Бирулина, В. В. Иванов // Бюллетень сибирской медицины. – 2020. – № 4. – С. 14-20.
3. Красильникова, Е. И. Роль туловищного ожирения в механизмах развития метаболического сердечнососудистого синдрома / Е. И. Красильникова, Е. В. Шляхто, Я. В. Благосклонная // Бюлл. Научно-исследовательского института кардиологии им. В.А. Алмазова. – 2005. – Т. 3. – С. 66-67.
4. Мустафина, С. В. Структурно-функциональные нарушения щитовидной железы и компоненты метаболического синдрома в Сибири: клинико-популяционно исследование: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Светлана Владимировна Мустафина – Новосибирск, 2019. – С. 23.
5. Мычка В. Б. Метаболический синдром / В. Б. Мычка, И. Е. Чазова // Системные гипертензии. – 2009. – № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metabolicheskiy-sindrom-2> (дата обращения: 26.08.2022)
6. Сочетание компонентов метаболического синдрома у лиц с артериальной гипертензией и их связь с дислипидемией / Р.Г. Органов, Н.В. Петрова, М.Н. Мамедов, В.А. Метельская // Терапевтический архив. – 1998. – Т. 12. – С. 19-23.
7. Показатели сердечной деятельности у крыс линии SHR до и после установления стабильно высокого артериального давления / Шаманаев А. Ю., Алиев О. И., Анищенко А. М. [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-6. –

С точки зрения практического применения результатов настоящего исследования отметим, что с учётом продолжения исследования данной проблемы могут появиться более эффективные фармакологические средства коррекции метаболических нарушений, ассоциированных с патологией щитовидной железы и сбоям механизмов ее центральной и гормональной регуляции.

С. 1115-1118.

8. Alberti, K. G. The metabolic syndrome – a new worldwide definition / K. G. Alberti, P. Zimmet, J. Shaw // *The Lancet*. – 2005. – Vol. 366. – pp. 1059-1062.

REFERENCES

1. Aleksandrov O.V., Alekhina R.M., Grigor'ev S.P. Metabolic syndrome. *Medical Journal of the Russian Federation*, 2006, no. 6, pp. 50-55. (in Russ.)
2. Birulina, Yu.G., Ivanov V.V. High-fat, high-carbohydrate diet-induced experimental model of metabolic syndrome in rats. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2020, no. 4, pp. 14-20. (in Russ.)
3. Krasilnikova, E.I., Shlyakhto E.V., Blagosklonnaya Ya.V. The role of trunk obesity in the mechanisms of the metabolic cardiovascular syndrome development. *Bulletin of Almazov Federal Heart, Blood and Endocrinology Centre*, 2005, vol. 3, pp. 66-67. (in Russ.)
4. Mustafina S.V. Structural and functional disorders of thyroid gland and components of metabolic syndrome in Siberia: clinical and population study: an author's abstract. Novosibirsk, 2019. p. 23. (in Russ.)
5. Mychka I.E., Chazova I.E. Metabolic syndrome. *Systemic Hypertension*, 2009, no. 3, pp. 32-38. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/metabolicheskiy-sindrom-2> (accessed 26.08.2022) (in Russ.)
6. Organov R.G., Petrova N.V., Mammadov M.N., Metel'skaya V.A. Combination of components of metabolic syndrome in persons with arterial hypertension and their relationship with dyslipidemia. *Therapeutic Archive*, 1998, vol. 12, pp. 19-23. (in Russ.)

7. Shamanaev A.Yu., Aliev O.I., Anishchenko A.M., Sidekhnova A.V., Plotnikov M.B. The parameters of heart work in spontaneously hypertensive rats before and after assessment of the stable high blood pressure. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, no. 4-6, pp. 1115-1118. (in Russ.)
8. Alberti, K.G., Zimmet P., Shaw J. Metabolic syndrome – a new world definition. *Lancet*, 2005, vol. 366, pp. 1059-1062.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алина Максимовна Мишина – Магистр, Кафедра физиологии человека и животных, биологический факультет, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Самара, e-mail: mishina.sniy@bk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Alina Maksimovna Mishina – Master Student, Department of Human and Animal Physiology, Faculty of Biology, Samara National Research University, Samara, e-mail: mishina.sniy@bk.ru.

Для цитирования: Мишина, А. М. Влияние L-тироксина на показатели параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у крыс с экспериментальной моделью метаболического синдрома / А. М. Мишина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_19

For citation: Mishina A.M. The effect of L-thyroxine on the parameters of the cardiovascular system of rats with a metabolic syndrome experimental model. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_19

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_20
УДК 612

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_20
UDC 612

СТАТОКИНЕТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ СЕРДЦА У ЮНЫХ БАДМИНТОНИСТОВ

А.С. Назаренко, Н.Н. Чершинцева, А.А. Зверев

Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Казань, Россия

Аннотация. В статье представлены особенности сопряженных реакций статокINETической функции и работы сердца у юных бадминтонистов в состоянии относительного покоя и после активной ортостатической пробы. Показано, что имеются сопряженные изменения, как стабิโลграфических показателей, так и электрокардиографических параметров работы сердца, связанные с изменением положения тела. Наличие корреляционных связей между стабילוграфическими показателями и параметрами электрокардиограммы отражает взаиморегулирующее влияние на поддержание вертикального положения тела, как в состоянии относительного покоя, так и после активной ортостатической пробы.

Ключевые слова: стабילוграфические показатели, электрокардиограмма, статокINETическая устойчивость, ортостатическая проба, равновесие тела, бадминтон, спортсмены.

STATOKINETIC STABILITY AND ELECTROCARDIOGRAPHIC INDICATORS OF HEART WORK IN YOUNG BADMINTON PLAYERS

A.S. Nazarenko, N.N. Chershintseva, A.A. Zverev

Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Annotation. The article presents the features of conjugated reactions of statokinetic function and heart work in young badminton players in a state of relative rest and after an active orthostatic test. It is shown that there are conjugate changes in both stabilographic and electrocardiographic parameters of the heart, connected to changes in the body position. The presence of correlations between stabilographic indicators and electrocardiographic parameters reflects the mutually regulating effect on maintaining the vertical position of the body, both in a state of relative rest and after an active orthostatic test.

Keywords: stabilographic indicators, electrocardiogram, statokinetic stability, orthostatic test, body balance, badminton, athletes.

Введение. В настоящее время имеется достаточное количество научных работ, в которых оценивалась статокINETическая функция у спортсменов в норме, а также под влиянием различных функциональных проб [1-5]. Однако в научно-методической литературе недостаточно информации о возрастных особенностях сопряженных реакций статокINETической функции и работы сердца у юных бадминтонистов в состоянии относительного покоя и после активной ортостатической пробы.

Известно, под влиянием ортостатической пробы происходит активное перераспределение жидких сред организма, что

диктует необходимость срочной перестройки сердечно-сосудистой системы к изменившимся условиям функционирования [6-8]. При этом высокая возбудимость симпатической нервной системы и повышенная реакция со стороны сердца может повлиять на статокINETическую устойчивость.

В свою очередь, статокINETическая устойчивость является суммой взаимодействий различных сенсорных систем, стабильность которых в определенной степени будет зависеть от функционирования сердечно-сосудистой системы как в состоянии покоя, так и после ортостатической пробы. Новый

вегетативный статус, возникающий после ортостатического воздействия, может быть причиной постуральной тахикардии и снижения статокINETической функции [9].

В то же время, бадминтон относится к ситуационным видам спорта, где спортсмену во время игры приходится постоянно перемещаться по корту и одновременно следить за действиями соперника и волана, что, несомненно, предъявляет высокие требования к статокINETической функции спортсмена.

Целью данного исследования явилось изучение особенностей сопряженных реакций статокINETической функции и работы сердца у юных бадминтонистов в состоянии относительного покоя и после активной ортостатической пробы.

Методы и организация исследования. В исследованиях принимали участие 30 человек мужского пола в возрасте 8-10 лет ($n=15$) и 11-13 лет ($n=15$), которые занимаются бадминтоном и имеют спортивную квалификацию от 3 юношеского до 2 взрослого разряда. Все исследуемые были здоровы и не имели каких-либо ограничений для занятий спортом.

Функциональное состояние статокINETической системы оценивали на стабИлографическом аппаратно-программном комплексе «Стабилан 01-2» (ЗАО «ОКБ» «Ритм», Россия) путем анализа колебаний центра давления. Испытуемые выполняли стабИлографическую пробу Ромберга (тест с открытыми и закрытыми глазами). Далее испытуемые выполняли активную ортостатическую пробу, после которой вновь оценивали уровень статокINETической устойчивости в пробе Ромберга с открытыми глазами. Для оценки влияния активной ортостатической пробы на статокINETическую систему юных бадминтонистов показатели стабИлографического теста до ортопробы сравнивали с показателями, полученными после неё.

Для анализа статокINETической устойчивости бадминтонистов были выбраны наиболее информативные стабИлографические показатели на основании факторного

анализа показателей колебания центра давления (ЦД): QX, мм – центр давления во фронтальной плоскости; QY, мм – разброс центра давления в сагиттальной плоскости; EIS, мм² – площадь доверительного эллипса; VCP, мм/с – средняя скорость перемещения центра давления; ЛСС, мм/с – средняя линейная скорость; УСС, град/с – угловая скорость средняя; КФР, % – качество функции равновесия; IV, мм/с – индекс скорости; OD, рад/с – оценка движения.

Одновременно с оценкой статокINETической устойчивости юных бадминтонистов до и после активной ортостатической пробы производили регистрацию электрокардиограммы с помощью установки PowerLab (ADInstruments). Обработку производили с помощью встроенного модуля анализа электрокардиограммы (ЭКГ) в программном обеспечении Lab Chart Pro. Оценивали эффекты изменения ЭКГ через каждые 10 секунд и параметры RR интервала, частоты сердечных сокращений (ЧСС, пиков/мин), длительности QRS-комплекса, Q-T интервала, скорректированной по формуле Базетта, J-T интервала, Tr-Te интервала и межциклового интервала TP.

Все исследования проводились с соблюдением основных биоэтических правил и норм проведения экспериментальных работ. Производили проверку выборки на нормальное распределение, статистическую значимость эффекта по сравнению с контрольными значениями выявляли с помощью парного и непарного критерия Стьюдента и дисперсионного анализа (ANOVA). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным пробы Ромберга (открытые глаза), большинство стабИлографических показателей статокINETической устойчивости и амплитудно-временных характеристик ЭКГ у юных бадминтонистов обеих групп не различались и находились в диапазоне возрастной нормы. Однако, как видно из таблицы 1, показатели QX, EIS и КФР у бадминтонистов 11-13 лет имеют

заметную тенденцию к значимому различию, что может отражать более высокую эффективность и экономичность поддержания равновесия тела (табл.). При этом одновременная регистрация ЭКГ при выполнении Пробы Ромберга (открытые глаза) вызывала увеличение длительности зубца Р на 11% ($p < 0,05$) без значимых изменений как ЧСС, так и амплитудно-временных

характеристик ЭКГ, как у детей 8-10 лет, так и у детей 11-13 лет.

При оценке наличия корреляционных связей между стабิโลграфическими параметрами пробы Ромберга (открытые глаза) и амплитудно-временными показателями ЭКГ были обнаружены следующие сильные связи между $Q(x)$, EIS, и амплитудой зубца Q $r = +0,74$ и $r = +0,6$ соответственно (рис.).

Таблица
Сравнительный анализ стабิโลграфических показателей статокINETической устойчивости юных бадминтонистов ($M \pm m$)

Показатели	Проба Ромберга		Проба Ромберга (открытые глаза) после ортостатической пробы
	Открытые глаза	Закрытые глаза	
Бадминтонисты 8-10 лет (n=15)			
Q_x , мм	3,5±1,2	3,4±1,0	3,8±1,3
Q_y , мм	3,9±1,3	4,8±1,8*	4,2±1,7
EIS, мм ²	197,3±98,5	242,3±159,6	234,4±148,0
V_{CP} , мм/с	12,3±3,0	16,3±5,5	11,5±3,5
ЛСС, мм/с	12,3±3,0	16,7±5,5 *	11,5±3,5
УСС, град/с	19,7±4,0	18,6±2,9	19,2±3,5
КФР, %	70,4±11,0	57,4±14,8 *	73,8±11,8
IV, мм/с	7,7±1,8	10,5±3,4 *	7,2±2,2
OD, рад/с	54,2±13,0	67,9±17,1*	48,0±13,3 *
Бадминтонисты 11-13 лет (n=15)			
Q_x , мм	2,8±1,5	3,0±1,0	3,1±1,4*
Q_y , мм	3,6±1,5	4,8±2,0 *	4,3±2,5*
EIS, мм ²	125,0±84,7	182,2±92,5*	149,8±65,5*
V_{CP} , мм/с	10,5±3,0	15,8±4,4	11,0±3,6
ЛСС, мм/с	10,5±3,0	15,8±4,4*	11,0±3,6
УСС, град/с	22,8±7,2	20,0±6,2*	22,0±5,7*
КФР, %	77,0±11,1	59,0±15,4*	76,2±12,3
IV, мм/с	6,6±1,9	10,0±2,8*	7,0±2,3
OD, рад/с	55,7±17,7	69,2±23,1*	50,4±17,1*

Примечание: * – $p < 0,05$ – значимость различий показателей в стабิโลграфических тестах по сравнению с пробой Ромберга (открытые глаза)

В пробе Ромберга (закрытые глаза) произошло увеличение скорости колебания центра давления у юных бадминтонистов обеих возрастных групп, что повлияло на рост стабิโลграфических показателей, снижение интегрального показателя «качество функции равновесия» и, в целом, статокINETической устойчивости юных спортсменов. В условиях статического поддержания равновесия тела центральное

зрение оказывает большее влияние на контроль движений во фронтальной плоскости, а периферическое зрение в большей степени контролирует колебания в сагитальной плоскости [10]. Несмотря на широкие возможности зрительного анализатора, его вклад в контролирование статического равновесия тела может быть компенсирован другими сенсорными системами, в частности, проприорецептивной

[10]. Однако, в связи с влиянием возрастных особенностей бадминтонистов и несовершенным развитием проприорецептивной системы, полноценная компенсация для стабилизации стабилотографических показателей в условиях зрительной депривации не наблюдалась. В то же время, при выполнении пробы Ромберга (закрытые глаза) регистрировалось увеличение длительности

зубца Р на 10%, без значимых изменений ЧСС. Известно, что увеличение длительности зубца Р может свидетельствовать об увеличении толщины миокарда правого предсердия. Полученные нами данные при выполнении ортостатической пробы и пробы Ромберга могут свидетельствовать о дополнительной нагрузке на миокард правого предсердия.

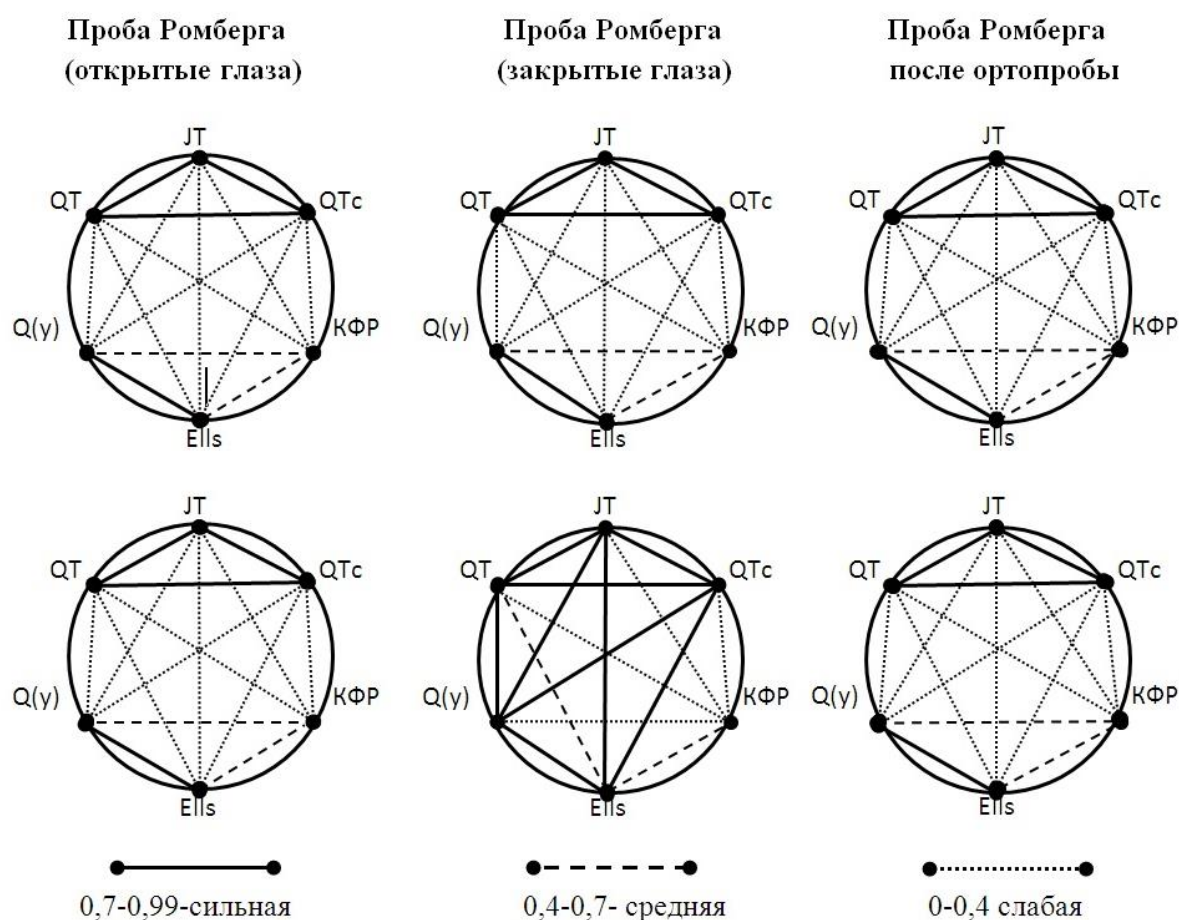


Рис. Корреляция между стабилотографическими показателями и параметрами ЭКГ у юных бадминтонистов в различных тестах

После активной ортостатической пробы у юных бадминтонистов, так же, как и в условиях отсутствия зрения, большинство стабилотографических показателей скорости колебания центра давления увеличилось ($p < 0,01-0,001$), что неизбежно привело к снижению интегрального показателя «качество функции равновесия», лежащего в основе представления о минимальной скорости изменения центра давления: чем

выше значение этого показателя, тем выше способность к поддержанию равновесия тела. Выше уже отмечалось, что при переходе испытуемых из горизонтального положения в вертикальное происходит возбуждение симпатической системы, увеличение ЧСС и перераспределение жидких масс в полостях и в кровеносных сосудах, что вызывает увеличение скорости колебания ЦД и оказывает прямое влияние

на процессы поддержания равновесия тела [9, 11]. Следует отметить, что у бадминтонистов 11-13 лет наблюдалась тенденция к меньшему увеличению показателя EIS, что может отражать у них более устойчивую площадь опоры стоп (табл.).

При выполнении пробы Ромберга (открытые глаза) после активной ортостатической пробы наблюдали незначительные изменения ЧСС и амплитудно-временных характеристик ЭКГ бадминтонистов. У спортсменов 8-10 лет при выполнении ортостатической пробы наблюдалось увеличение ЧСС на 23%, что сопровождалось уменьшением RR интервала и увеличением длительности зубца Р на 20% и 32% соответственно. Остальные амплитудно-временные характеристики ЭКГ спортсменов при выполнении ортостатической пробы не изменились. У детей 11-13 лет наблюдали увеличение ЧСС и на 28%, что сопровождалось увеличением длительности зубца Р и интервала QT на 37% и 20%, соответственно.

В данной возрастной группе наибольшее количество корреляционных связей обнаружены только при выполнении пробы Ромберга (закрытые глаза). Показаны сильные связи между Q(y) и интервалами QT ($r=+0,75$), QTc ($r=+0,73$), JT ($r=+0,74$), а также между EIS и интервалами QT ($r=+0,73$), QTc ($r=+0,71$), JT ($r=+0,73$) (рис.). В свою очередь, можно предположить, что менее выраженная реакция со

стороны симпатического отдела нервной системы и показателей ЧСС у бадминтонистов будет способствовать минимизации изменений стабильнографических показателей и снижения статокINETической устойчивости.

Заключение. Способность поддерживать функцию равновесия тела в различных условиях – это сложный процесс, который требует постоянного баланса между сенсорными системами, а также работой нервной, кардиореспираторной и мышечной системы человека. Изменение положения тела в пространстве прежде всего сопровождается сдвигами кровообращения, связанными с перераспределением гидростатических давлений. Таким образом, поза связана с регулированием циркуляции крови по сосудам, артериального давления и сердечного ритма. При этом, как процесс долговременной адаптации к специфике вида спорта, так и возрастные особенности организма влияют на показатели статокINETической устойчивости и амплитудно-временных характеристик ЭКГ у бадминтонистов. Наличие корреляционных связей между стабильнографическими показателями и параметрами ЭКГ отражает взаиморегулирующее влияние на поддержание вертикального положения тела как в состоянии относительного покоя, так и после активной ортостатической пробы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаренко, А. С. Физиологические механизмы регуляции статического равновесия тела у спортсменов различных специализаций / А. С. Назаренко, А. С. Чинкин // Наука и спорт: современные тенденции». 2015. – Т. 6. – № 1. – С. 19-23.
2. Мельников, А. А. Кардиогемодинамическая устойчивость к ортостатическому воздействию у спортсменов после аэробной физической нагрузки / А. А. Мельников, С. Г. Попов, А. Д. Викулов // Физиология человека. – 2014. – Том 40. – № 3. – С. 86-95.
3. Яхонтов, С. В. Механизмы и факторы взаимодействия звеньев сердечно-сосудистой системы при переходных процессах

(аналитический обзор, часть 1) / С. В. Яхонтов, А. В. Кулемзин, О. Н. Чуфистова // Вестник ТГПУ. – 2010. – № 3. – С. 149-155.

4. Gratze, G. Sympathetic reserve, serum potassium, and orthostatic intolerance after endurance exercise and implications for neurocardiogenic syncope / G. Gratze, H. Mayer, F. Skrabal // Eur Heart J. – 2008. – Vol. 29(12). – pp. 1531-1541.

5. Patterns of optimization in single - and interleg gait dynamics / Wuehr M., Pradhan C., Brandt T. [et al] // J. Gait Posture. – 2013. – № 2. – pp. 733-738.

6. Воронов, Н. А. Ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности

- юных волейболисток / Н. А. Воронов // Вестник ТГПУ. – 2009. – С. 87-90.
7. Кудря, О. Н. Особенности срочной адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов с различным исходным вегетативным тонусом при ортостатическом тестировании / О. Н. Кудря // Вестник ТГПУ. – 2011. – № 5. – С. 55-61.
8. Stewart, J. M. Regional blood volume and peripheral blood flow in postural tachycardia syndrome / J. M. Stewart, L. D. Montgomery // *Am J. Physiol Heart Circ. Physiol.* – 2004. – Vol. 287(3). – pp. 1319-1327.
9. Мавлиев, Ф. А. Влияние ортостатического воздействия на гемодинамические показатели и функцию равновесия у спортсменов, занимающихся борьбой / Ф. А. Мавлиев, А. С. Назаренко // *Наука и спорт: современные тенденции.* – 2017. – № 3. – С. 47-54.
10. Bötzel, K. Comparison of tap-evoked and tone-evoked postural reflexes in humans / K. Bötzel, O. Kolevemail, T. Brandt // *J. Gait Posture.* – 2005. – № 3. – pp. 324-330.
11. Effect of workloan and respirator wear on postural stability, heart rate, and perceived exertion / Seliga R. A., Bhattacharya P., Succop R. [et al] // *American Industrial Hygiene Association Journal.* – 1991. – Vol. 52 (10). – pp. 417-422.

REFERENCES

1. Nazarenko A.S., Chinkin A.S. Physiological mechanisms of static body balance regulation among the athletes of various specializations. *Science and Sport: Modern Tendencies*, 2015, vol. 6, no. 1, pp. 19-23. (in Russ.)
2. Mel'nikov A.A., Popov S.G., Vikulov A.D. Cardiohemodynamic resistance to orthostatic effects in athletes after aerobic exercises. *Human Physiology*, 2014, vol. 40, no. 3, pp. 86-95. (in Russ.)
3. Yakhontov, S.V., Kulemzin A.V., Chufistov O.N. Mechanisms and factors link interaction of

- cardiovascular system transient processes (analytical review, part 1). *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2010, no 3, pp.149-155. (in Russ.)
4. Gratze G., Mayer H., Skrabal F., Sympathetic reserve, serum potassium, and orthostatic intolerance after endurance exercise and implications for neurocardiogenic syncope. *Eur Heart J.*, 2008, vol. 29 (12), pp. 1531-1541.
5. Wuehr M., Pradhan C., Brandt T., Jahn K., Schniepp R. Patterns of optimization in single - and inter-leg gait dynamics. *J. Gait Posture*, 2013, no. 2, pp. 733-738.
6. Voronov N.A. Ortostatic testing in evaluation of young female volleyball functional preparedness. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2009, pp. 87-90. (in Russ.)
7. Kudrya O.N. Features of urgent adaptation of the cardiovascular system of athletes with different initial autonomic tone during orthostatic test. *Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2011, no. 5, pp. 55-61. (in Russ.)
8. Stewart J.M., Montgomery L.D. Regional blood volume and peripheral blood flow in postural tachycardia syndrome. *Am J. Physiol Heart Circ. Physiol*, 2004, vol. 287 (3) pp.1319-1327.
9. Mavliev F.A., Nazarenko A.S. Influence of orthostatic impact on the hemodynamic indicators and the equilibrium function of fighters. *Science and Sport: Modern Tendencies*, 2017, no. 3, pp. 47-54. (in Russ.)
10. Bötzel K., Kolevemail O., Brandt T. Comparison of tap-evoked and tone-evoked postural reflexes in humans. *J. Gait Posture*, 2005, no. 3, pp. 324–330.
11. Seliga R.A., Bhattacharya P., Succop R., Wickstrom D. Smith, Willeke K. Effect of workloan and respirator wear on postural stability, heart rate, and perceived exertion, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1991, vol. 52(10), pp. 417-422.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Сергеевич Назаренко – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: hard@inbox.ru.

Нурия Нурисламовна Чершинцева – лаборант НИИ физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: chersinceva@mail.ru.

Алексей Анатольевич Зверев – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: Alekcei5@rambler.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Andrej Sergeevich Nazarenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: hard@inbox.ru.

Nuriya Nurislamovna Chershintseva – Laboratory Assistant of the Scientific-Research Center of Physical Culture and Sports, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: chersinceva@mail.ru.

Aleksej Anatol'evich Zverev – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: Alekcei5@rambler.ru.

Для цитирования: Назаренко, А. С. СтатокINETическая устойчивость и электрокардиографические показатели работы сердца у юных бадминтонистов / А. С. Назаренко, Н. Н. Чершинцева, А. А. Зверев // Современные вопросы биомедицины – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_20

For citation: Nazarenko A.S., Chershintseva N.N., Zverev A.A. Statokinetic stability and electrocardiographic indicators of heart work of young badminton players *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_20

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_21
УДК 612.8

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_21
UDC 612.8

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ ПО ТЕСТУ FINGERFIT С УРОВНЕМ ПСИХИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

А.А. Померанцев¹, Т.В. Бахтиярова¹, Д.А. Травков², О.А. Померанцева³

¹Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, г. Липецк, Россия

²Липецкая областная клиническая больница, г. Липецк, Россия

³Муниципальное дошкольное образовательное учреждение № 113, г. Липецк, Россия

Аннотация. Исследуется взаимосвязь показателей мелкой моторики с показателями психического и физического развития у детей дошкольного возраста, не имеющих отклонений в развитии. Массив данных для анализа образован результатами тестирования 11 дошкольников 6 лет по 14 показателям, включающим показатели мелкой моторики (левая, правая рука), психическое развитие (7 показателей) и физическое развитие (5 показателей). Исследование выявило слабую зависимость между мелкой моторикой и памятью, между мелкой моторикой и восприятием. Взаимосвязь средней тесноты выявлена между мелкой моторикой и мышлением, вниманием и контролем поведения. Между показателями физического развития и мелкой моторики не было выявлено ни одной корреляции свыше 0,5.

Ключевые слова: дошкольники, мелкая моторика, FingerFit, психическое развитие, физическое развитие, корреляционный анализ.

THE INTERRELATION OF FINGERFIT FINE MOTOR SKILLS INDICATORS WITH PSYCHOLOGICAL PROCESSES AND PHYSICAL CONDITION OF PRESCHOOL CHILDREN

A.A. Pomerantsev¹, T.V. Bakhtiarova¹, D.A. Travkov², O.A. Pomerantseva³

¹Lipetsk State Pedagogical University, Lipetsk, Russia

²Lipetsk Regional Clinical Hospital, Lipetsk, Russia

³Municipal Kindergarten № 113, Lipetsk, Russia

Annotation. The interrelation of fine motor skills with indicators of psychological processes and physical conditions in preschool children who do not have developmental disabilities is investigated. The data set for analysis is formed by the results of testing 11 preschoolers 6 years old on 14 indicators, including indicators of fine motor skills (left, right hand), psychological processes (7 indicators) and physical conditions (5 indicators). The study revealed a weak relationship between fine motor skills and memory, fine motor skills and perception. The relationship of medium tightness was revealed between fine motor skills and thinking, attention and behavior control. No correlation over 0.5 was found between the indicators of fine motor skills and physical conditions.

Keywords: preschoolers, fine motor skills, FingerFit, psychological processes, physical conditions, correlation analysis.

Введение. В научной литературе многократно описана взаимосвязь мелкой моторики ребенка и его когнитивных функций [1-2]. Замечено, что у детей с высоким уровнем мелкой моторики рук хорошо развиты память [3], речь [4], логика, математические способности [5], концентрация внимания, образное мышление [6] и прочие психологические процессы [7]. Также прослеживается

тесная взаимосвязь общей и мелкой моторики [8]. Общепринятым в настоящее время утверждением является то, что корни детских способностей заложены в кончиках пальцев [9].

Наиболее отчетливо взаимосвязь мелкой моторики с другими способностями прослеживается у детей, имеющих отставания в развитии, логопедические нозологии и

другие различные дисфункции [10]. Подробно изучена взаимосвязь мелкой моторики и двигательных способностей в онтогенезе [11-12]. В то же время научная литература не содержит однозначного ответа, существует ли подобная взаимосвязь у детей, не имеющих отклонений в развитии.

Цель исследования: выявить взаимосвязь показателей мелкой моторики с уровнем психического и физического развития детей дошкольного возраста, не имеющих отклонений в развитии.

Методы и организация исследования.

1. Исследование включало тестирование следующих компонентов развития:

- мелкая моторика;
- психическое развитие (мышление, внимание, память, восприятие, умственная работоспособность, контроль поведения, умение вербально выразить свои мысли);
- физическое развитие (бег 30 м, прыжок в длину с места, метание мяча в цель, прыжки через скакалку за 20 с, челночный бег).

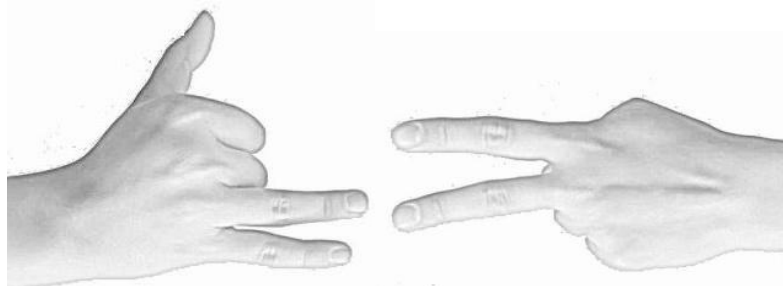


Рис. Пример зеркальной комплементарности жестов рук

Психические способности определялись на основе рекомендованных для дошкольников методик [15].

Оценка мышления определялась с помощью методики «Составь квадрат» (Т.В. Чередникова). Ребенку предлагалось собрать 4 квадрата, по-разному разрезанных на несколько частей из однотонной картонной бумаги в порядке возрастающей трудности. Время составления каждого квадрата – 3 минуты. Для 4 квадрата время неограниченно.

Для оценки развития произвольного внимания применялась методика «Домик»

2. Методы математико-статистической обработки данных включали: инструменты описательной статистики и вычисление рангового коэффициента корреляции по Спирмену. Расчеты проводились по общепринятым формулам в программе Excel.

Для определения уровня развития мелкой моторики использовался адаптированный авторский тест FingerFit [13]. В основе данного метода лежит «Способ оценки мелкой моторики рук», предложенный А.А. Померанцевым и А.Н. Старкиным [14]. Суть данного способа заключается в регистрации времени реакции построения обратных жестов руки. Для тестирования детей был разработан упрощенный модифицированный вариант. В отличие от стандартного теста, где используются сразу обе руки, ребенку на дисплей монитора выводились поочередно сначала 32 жеста правой руки, затем 32 жеста левой руки. Основным результатом тестирования было время прохождения теста, то есть время построения обратных 64 жестов (рис.).

(Н.И. Гуткина). Задачей ребенка было перерисовать рисунок на картинке и при этом постараться в точности повторить его.

Для оценки развития памяти была использована методика «Запоминание 10 слов» (А.Р. Лурия). Ребенку было необходимо постараться повторить все 10 слов.

Уровень восприятия оценивался на основе зрительного и слухового восприятия. Для оценки зрительного восприятия ребенку показывалось изображение со схематичным представлением предмета, а задача ребенка состояла в том, чтобы сказать, из каких фигур составлен предмет.

Для оценки слухового восприятия ребенку диктовался рассказ, включающий последовательность действий. Задачей ребенка было воспроизвести, а также объяснить последовательность поступков.

Тест «Шифровка» был использован для оценки работоспособности. Дети ставили в пустые фигуры (квадрат, треугольник, круг, ромб) необходимые знаки. Все фигуры заполнялись по очереди, начиная с самого первого ряда.

Контроль своего поведения оценивался благодаря методике «Да или нет» (Н.И. Гуткина). Детям предлагалось сыграть в игру, в которой нельзя произносить слово «да» и слово «нет». Экспериментатор задает вопросы ребенку, а тот старался ответить на них не используя слово «да» и «нет».

Умение вербально выразить свои мысли было оценено при помощи методики «Последовательные картинки» (аналог тестам Бине-Симона и Векслера). Детям предлагался набор из 6 картинок со скрытым смыслом. Перемешав их, ребенку необходимо было разложить картинки по порядку и рассказать по ним какую-нибудь историю.

Для удобства интерпретации результатов показатели психического развития были переведены из качественных прилагательных в количественную шкалу. Для этого использовалась 5-ти бальная шкала, где 5 – высокий уровень, 4 – выше среднего, 3 – средний, 2 – ниже среднего, 1 – низкий.

Бег 30 м с места был использован для определения уровня развития быстроты (скорость простой реакции, темп циклических движений).

Прыжок в длину с места выявил взрывную силу ног (градиент силы).

Метание мяча в цель позволило оценить точность движений, ориентирование в пространстве, внутримышечную и межмышечную координацию.

Прыжки через скакалку за 20 секунд выявил качество нервной регуляции, координации и синергий, позволяющих проявлять максимальный темп в выполнении стереотипных движений.

Челночный бег 3x10 м способствовал выявлению быстроты и координационных способностей при перестроении движения.

Для описания полученной выборки были использованы математические показатели: среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонение. Так как многие показатели были выражены в шкале рангов, для описания взаимосвязи показателей рассчитывался ранговый коэффициент корреляции по Спирмену.

Тестирование проводилось на базе муниципального бюджетного образовательного учреждения № 113 города Липецка.

Испытуемыми выступали 11 детей дошкольного возраста 6 лет (5 девочек и 6 мальчиков), не имеющих каких-либо отклонений в показателях здоровья. Тестирование психического развития проводил педагог-психолог, а тестирование показателей физического развития – инструктор по физической культуре. Уровень мелкой моторики определялся авторами данной статьи.

Тестирование всех трёх компонентов (психическое развитие, физическое развитие, мелкая моторика) было проведено в течение недели.

Так как в исследовании принимали участие несовершеннолетние, было получено согласие родителей на проведение исследования и использования данных тестирования.

Результаты исследования и их обсуждение. База первичных результатов тестирования включает 154 значения, образованных массивом 11x14 значений. Данные были получены путем тестирования 11 детей по 14 показателям: 2 показателя характеризуют мелкую моторику, 7 показателей – психическое развитие, 5 показателей – физическое развитие (табл. 1).

Тест FingerFit на выявление мелкой моторики включал 62 жеста (по 31 жесту на каждую руку). Среднее время прохождения теста составило $345,64 \pm 24,3$ с.

Таблица 1

Исходные результаты тестирования по каждому ребенку

Ребенок	Мышление	Внимание	Память	Восприятие	Работоспособность	Контроль поведения	Выражение мыслей	Левая рука	Правая рука	Бег 30 м	Прыжок	Метание	Скакалка	Челночный бег
1	3	3	5	2	4	4	5	430	377	8,0	139	1	71	12,3
2	4	4	5	5	4	4	5	408	346	8,3	115	0,1	47	13,9
3	4	4	4	4	4	4	4	405	392	9,0	119	0,1	36	14,2
4	3	3	3	3	4	5	4	322	303	9,1	120	0,4	35	14,1
5	4	5	5	4	4	5	5	200	191	7,8	132	1	78	12
6	4	5	5	5	4	5	4	295	292	8,8	123	0,6	37	13,6
7	3	5	5	5	4	4	4	402	359	8,6	122	0,4	50	13,8
8	4	5	5	4	4	5	5	196	157	9,0	115	0,6	62	13,1
9	3	5	5	3	4	5	5	253	328	7,6	140	1	78	11,9
10	3	5	5	4	4	5	5	436	364	8,6	132	0,4	57	12,9
11	3	2	4	5	2	4	5	474	674	8,4	126	0,6	56	13,2
$\bar{X} \pm \sigma$	3,5±0,5	4,4±1,1	4,7±0,7	3,9±0,6	4±1	4,6±0,5	4,6±0,5	347,4±98,8	343,9±132,64	8,47±0,5	125,7±8,9	56,4±0,3	55,2±16,0	13,18±0,8

Примечание: результаты тестирования выражены в различных единицах: мышление (баллы); внимание (баллы); память (баллы); восприятие (баллы); работоспособность (баллы); контроль своего поведения (баллы); умение вербально выражать свои мысли (баллы); правая рука (с); левая рука (с); бег 30 м (с); прыжки в длину с места (см); точность метания мяча в цель (%); прыжки на скакалке за 20 с (количество); челночный бег (с); \bar{X} – среднее арифметическое; σ – среднее квадратическое отклонение

Помимо общего времени прохождения, тест позволил оценить латеральную функциональную асимметрию каждого ребенка. Было выявлено 8 правшей, 2 левши и 1 амбидекстр. За счет наличия в группе «праворуких» и явно выраженных «леворуких» детей, средние показатели по группе нивелировались.

Анализ полученных данных показал, что суммарное время реакции находилось в диапазоне от 191 секунд у ребенка с наиболее развитой моторикой до 674 секунд – у ребенка с наихудшим показателем моторики, то есть показатель суммарного времени реакций отличался почти в 3,5 раза. Таким образом, тест FingerFit можно

считать весьма чувствительным индикатором развития мелкой моторики.

Результаты тестирования компонентов психического развития детей, оцениваемые по 5-балльной шкале, оказались весьма высокими. Средние значения по 5 тестам превышали значение «4».

В тестах на физическое развитие дети показали результаты, соответствующие их возрасту. Среди исследуемых были 3 ребенка, дополнительно занимающихся в спортивных секциях по футболу и гимнастике и участвовавших в городской Спартакиаде дошкольников города Липецка. Ожидается, они показали наилучшие результаты.

Используя расчет рангового коэффициента корреляции Спирмена, мы рассчитали

корреляционную матрицу, характеризующую взаимосвязи всех показателей (табл. 2).

Так как предметом исследования являлось изучение межкомпонентных влияний, мы не анализировали внутрикомпонентные связи, например внутренние корреляции между показателями тестов на физическое развитие.

Исследование не выявило зависимости между мелкой моторикой и памятью ($r_s=0,2-0,3$; $p>0,05$), между мелкой моторикой и восприятием ($r_s=0,1-0,3$; $p>0,05$). Взаимосвязь средней тесноты выявлена между мелкой моторикой и мышлением ($r_s=0,5$; $p<0,1$), между мелкой моторикой и вниманием ($r_s=0,6-0,7$; $p<0,05$), между мелкой моторикой и контролем поведения ($r_s=0,6-0,7$; $p<0,05$).

Таблица 2

Взаимосвязи результатов тестирования, представленные в виде корреляционной матрицы

	Мышление	Внимание	Память	Восприятие	Работоспособность	Контроль поведения	Выражение мыслей	Левая рука	Правая рука	Бег	Прыжки в длину	Метание мяча	Скакалка	Челночный бег
Мышление	1													
Внимание	,4	1												
Память	,2	,7	1											
Восприятие	,4	,2	,1	1										
Работоспособность	,3	,7	,3	-,3	1									
Контроль поведения	,1	,5	,1	-,2	,3	1								
Выражение мыслей	-,1	-,1	,5	-,2	-,2	,1	1							
Левая рука	-,5	<u>-,6</u>	-,2	,1	-,4	<u>-,7</u>	-,1	1						
Правая рука	-,5	<u>-,7</u>	-,3	,2	-,8	<u>-,6</u>	,0	,8	1					
Бег 30 м	,2	-,1	-,5	,3	,0	,0	-,6	,1	,0	1				
Прыжки в длину	-,5	,0	,3	-,6	,0	,2	,4	,0	,1	-,8	1			
Метание мяча	-,2	,1	,3	-,5	,0	,4	,5	-,4	-,2	-,7	,8	1		
Скакалка	-,2	,2	,5	-,4	,0	,2	,8	-,3	-,2	-,8	,7	,8	1	
Челночный бег	,2	-,2	-,5	,5	,0	-,3	-,7	,4	,2	,8	-,8	-,9	-,1	1

Примечание: цифра «0» перед запятой пропущена; в таблице подчеркнуты статистически значимые коэффициенты корреляции на уровне значимости $\alpha=0,05$ (двухсторонний критерий, $H_0: \rho=0$, $n=11$, $r_{s0,05}=0,6091$)

Для изучения работы полушарий мозга мы рассматривали отдельно взаимосвязь левой и правой руки и психического развития. Средний коэффициент корреляции для левой руки составил 0,37, для правой руки – 0,44. Для правой руки, за работу которой отвечает левое полушарие, прослеживается незначительно бóльшая взаимосвязь [16].

Интересный факт, заслуживающий внимания, является высокая корреляция ($r_s=0,8$; $p<0,05$) между моторикой правой руки и работоспособностью, взаимосвязь между моторикой левой руки в два раза ниже ($r_s=0,4$; $p>0,05$).

Между показателями физического развития и мелкой моторики не было выявлено ни одной корреляции свыше 0,5, которая имела бы статистическую значимость на уровне $\alpha=0,1$.

Взаимосвязь между показателями психического развития и мелкой моторики можно объяснить как спецификой теста, так и опосредованной связью через степень зрелости мозговых структур, влияющих на показатели. Любой тест на мелкую моторику носит комплексный характер, результат определяется не только собственной моторикой, но и тем, как понял задание ребенок, как он умеет себя контролировать, усидчивостью, внимательностью, желанием проходить тест и прочими психологическими компонентами. Быстрое прохождение авторского теста FingerFit предполагает наличие у ребенка хорошо развитых психологических компонентов.

Важно учитывать, что качество мелкой моторики определяется не только двигательными компонентами, такими как сила мышц, подвижность пальцев, скорость сокращения, но в значительной степени кибнетический компонентом управления. По точному выражению Н.А Бернштейна мелкая моторика в значительной степени локализована не в руках, а в голове [17]. Разработка теста, отражающего только двигательный компонент возможна, но лишена смысла в плане познания мелкой моторики. В литературе хорошо описана взаимосвязь мелкой моторики и развития

речи, других интеллектуальных способностей у детей, имеющих отклонения или задержку развития. В этом случае глубокая дисфункция приводит к серьезным нарушениям моторики и психических проявлений. В нашей работе отсутствие тесных взаимосвязей между физическим развитием и мелкой моторикой можно объяснить тем, что мы исследовали детей, не имеющих каких-либо отклонений и имеющих соответствующие возрасту показатели по всем исследуемым компонентам.

Заключение. Модифицированный специально для детей тест FingerFit оказался весьма чувствительным к уровню развития мелкой моторики. Время прохождения теста варьировалось от 191 до 674 секунд. На основе результатов тестирования было выявлено 8 правшей, 2 левши и 1 амбидекстр.

Показатели мелкой моторики по тесту FingerFit имеют различные корреляционные связи с психологическими способностями. Исследование не выявило зависимости между мелкой моторикой и памятью ($r_s=0,2-0,3$; $p>0,05$), между мелкой моторикой и восприятием ($r_s=0,1-0,3$; $p>0,05$). Взаимосвязь средней тесноты выявлена между мелкой моторикой и мышлением ($r_s=0,5$; $p<0,1$), между мелкой моторикой и вниманием ($r_s=0,6-0,7$; $p<0,05$), между мелкой моторикой и контролем поведения ($r_s=0,6-0,7$; $p<0,05$). Наличие корреляции можно объяснить спецификой теста на мелкую моторику, который, для успешного прохождения, требует развитых психологических компонентов.

Интересный факт, заслуживающий внимания является высокая корреляция ($r_s=0,8$; $p<0,05$) между моторикой правой руки и работоспособностью, взаимосвязь между мелкой моторикой левой руки в два раза ниже ($r_s=0,4$; $p>0,05$).

Между показателями физического развития и мелкой моторики не было выявлено ни одной корреляции свыше 0,5, которая имела бы статистическую значимость на уровне $\alpha=0,1$.

Отсутствие тесных взаимосвязей между физическим развитием и мелкой моторикой можно объяснить тем, что мы исследовали

детей без задержек или отклонений в развитии, и имеющих соответствующие возрасту показатели по всем тестируемым компонентам.

Источник финансирования. Исследование проведено при поддержке гранта ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) в рамках реализации темы «Разработка программно-аппаратного комплекса контроля и восстановления мелкой моторики рук у лиц с неврологическими нарушениями» победителем «Научно-инновационного конкурса» («УМНИК»). Договор № 17583ГУ/2022.

Source of funding. The research was carried out with the support of a grant from the Federal State Budgetary Institution “Foundation for the Promotion of Small Forms of Enterprises in the Scientific and Technical Field” (The Innovation Promotion Fund) as part of the scientific project "Development of a software and hardware complex for monitoring and restoring fine motor skills of hands in people with neurological disorders" by the winner of the “Scientific and Innovative Competition” (“UMNIK”). Contract № 17583 GU/2022.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наседкина, Ю. Н. Влияние мелкой моторики на интеллектуальное развитие ребенка-дошкольника / Ю. Н. Наседкина, Е. М. Бойко, И. С. Фортова // Проблемы и перспективы образования XXI века. – 2016. – № 8. – С. 3-5.
2. Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children / Dellatolas G., De Agostini M., Curt F. [et al] // *Laterality*. – 2003. – Vol. 8. – pp. 317-338. DOI: 10.1080/1357650.
3. Шумская, А. Е. Формирование мелкой моторики и орального праксиса у детей дошкольного возраста в норме и с патологией / А. Е. Шумская // Симбирский научный вестник. – 2022. – Т. 45. – № 1. – С. 77-84.
4. Suggate, S. P. Fine motor skills enhance lexical processing of embodied vocabulary: a test of the nimble-hands, nimble-minds hypothesis / S. P. Suggate, H. Stoeger // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. – 2017. – Vol. 70. – pp. 2169-2187. DOI: 10.1080/17470218.2016.1227344.
5. Penner-Wilger, M. The relation between finger gnosis and mathematical ability: why redeployment of neural circuits best explains the finding / M. Penner-Wilger, M. L. Anderson // *Frontiers in Psychology*. – 2013. – Vol. 4. – P. 877. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00877.
6. Martzog, P. Fine motor skills and mental imagery: is it all in the mind? / P. Martzog, S. P. Suggate // *Journal of Experimental Child Psychology*. – 2019. – 186. – С. 59-72. DOI: 10.1016/j.jecp.2019.05.002.
7. Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement / Cameron C. E., Brock L. L., Murrah W. M. [et al] // *Child Development*. – 2012. – Vol. 83. – pp. 1229-1244. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2012.01768.x.
8. Motor skills in association with physical activity, sedentary time, body fat, and day care attendance in 5-6-year-old children-The steps Study / Matarma T., Lagström H., Hurme S. [et al] // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. – 2018. – Vol. 28(12). – pp. 2668-2676. DOI: 10.1111/sms.13264.
9. Гуткина, Н. И. Психологическая готовность к школе / Н. И. Гуткина. – М.: Академический Проект, 2000. – 184 с.
10. Case-Smith, J. Effects of occupational therapy services on fine motor and functional performance in preschool children / J. Case-Smith // *The American journal of occupational therapy*. – 2000. – Vol. 54(4). – pp. 372-380. DOI: 10.5014/ajot.54.4.372.
11. Хачатрян, Л. С. Характеристика мелкой моторики у детей дошкольного возраста в онтогенезе / Л. С. Хачатрян // Педагогика в теории и на практике: актуальные вопросы и современные аспекты : Сборник статей VII Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 декабря 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г. Ю.), 2020. – С. 44-46.
12. Influence of motor skills training on children's development evaluated in the Motor skills in Pre-School (MiPS) study-DK: study protocol for a randomized controlled trial, nested in a cohort study /

- Hestbaek L., Andersen S. T., Skovgaard T. [et al] // *Trials*. – 2017. – Vol. 18(1). – P. 400. DOI: 10.1186/s13063-017-2143-9.
13. Игровой комплекс развития мелкой моторики на основе принципа FingerFit / А.А. Померанцев, М.А. Ляхов, Т.П. Кравченко, В.Э. Беспяткин // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21. – № S2. – С. 69-73. DOI 10.14529/hsm21s209.
14. Патент № 2717365 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61В 5/11, G09В 9/00. Способ оценки мелкой моторики рук: № 2018147383: заявл. 27.12.2018: опубл. 23.03.2020 / А. А. Померанцев, А. Н. Старкин; заявитель Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского.
15. Образовательный портал. Пакет диагностических методик по выявлению уровня готовности детей старшего дошкольного возраста к обучению в школе – 2019 – URL: <https://nsportal.ru/detskiysad/raznoe/2019/12/20/paket-diagnosticheskih-metodik-po-vyyavleniyu-urovnya-gotovnosti-detej> (дата обращения 05.09.2022).
16. Изменения функциональной асимметрии мозга в процессе спортивных тренировок / В.С. Сычев, С.С. Давыдова, А.А. Назирова, М.Т. Зеленина // *Актуальные проблемы и перспективы развития физической культуры, спортивной тренировки, рекреации и фитнеса, адаптивной и оздоровительно-восстановительной физической культуры: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Липецк, 18-19 апреля 2022 года*. – Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2022. – С. 118-121.
17. Бернштейн, Н. А. Биомеханика и физиология движений: избранные психологические труды / Н. А. Бернштейн; под ред. В. П. Зинченко. – 3-е изд., стер. – М.: Московский психолого-социальный ин-т, 2008. – 687 с.
- REFERENCES**
1. Nasedkina Yu.N., Wojko E.M., Fortovaya I.S. Influence of fine motor skills on the intellectual development of a preschool child. *Problems and prospects of education of the XXI century*, 2016, no. 8, pp. 3-5. (in Russ.)
2. Dellatolas G., De Agostini M., Curt F., Kremin H., Letierce, A., Maccario, J., et al. Manual skill, hand skill asymmetry, and cognitive performances in young children. *Laterality*, 2003, vol. 8(4), pp. 317-338. DOI: 10.1080/1357650.
3. Shumskaya A.E. Development of fine motor skills and oral praxis in pre-school children in health and in disease. *Simbirsk Scientific Journal*, 2022, vol. 45, no. 1, pp. 77-84. (in Russ.)
4. Suggate S.P., Stoeger H.Q. Fine motor skills enhance lexical processing of embodied vocabulary: a test of the nimble-hands, nimble-minds hypothesis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2016, vol. 70, pp. 2169-2187. DOI: 10.1080/17470218.2016.1227344.
5. Penner-Wilger M., Anderson M.L. The relation between finger gnosis and mathematical ability: why redeployment of neural circuits best explains the finding. *Frontiers in Psychology*, 2013, vol. 4, p. 877. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00877.
6. Martzog P., Suggate S.P. Fine motor skills and mental imagery: is it all in the mind? *Journal of Experimental Child Psychology*, 2019, vol. 186, pp. 59-72. DOI: 10.1016/j.jecp.2019.05.002.
7. Cameron C.E., Brock L.L., Murrah W.M., Bell L.H., Worzalla S.L., Grissmer D., Morrison F.J. Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Development*, 2012, vol. 83, pp. 1229-1244. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2012.01768.x.
8. Matarma T., Lagström H., Hurme S., Tammelin T.H., Kulmala J., Barnett L.M., Koski P. Motor skills in association with physical activity, sedentary time, body fat, and day care attendance in 5-6-year-old children-The STEPS Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2018, vol. 28(12), pp. 2668-2676. DOI: 10.1111/sms.13264.
9. Gutkina N.I. Psychological fitness for school. Moscow: Akademicheskij Proekt, 2000. 184 p. (in Russ.)
10. Case-Smith J. Effects of occupational therapy services on fine motor and functional performance in preschool children. *The American journal of occupational therapy*, 2000, vol. 54(4), pp. 372-380. DOI: 10.5014/ajot.54.4.372.
11. Khachatryan L.S. Characteristics of fine motor skills in preschool children in ontogenesis. Pedagogy in theory and practice: current issues and modern aspects: Collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference, Penza, 15 December 2020, Penza: "Science and Education", 2020, pp. 44-46. (in Russ.)
12. Hestbaek L., Andersen S.T., Skovgaard T., Olesen L.G., Elmose M., Bleses D., Andersen S.C., Lauridsen H.H. Influence of motor skills training on children's development evaluated in the Motor skills in PreSchool (MiPS) study-DK: study protocol for

a randomized controlled trial, nested in a cohort study. *Trials*, 2017, vol. 18(1), p. 400. DOI: 10.1186/s13063-017-2143-9.

13. Pomerantsev A.A., Lyakhov M.A., Kravchenko T.P., Bespyatkin V.E. Game exercises for fine motor skills based on the FingerFit game principle. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. S2, pp. 69-73. DOI 10.14529/hsm21s209. (in Russ.)

14. Pomerantsev A.A., Starkin A.N. Method for assessing fine motor skills of hands. Patent for invention RF 2717365 C1, 2020. (in Russ.)

15. Educational portal. A package of diagnostic methods for identifying the level of fitness of older preschool children for schooling. 2019. Available at: <https://nsportal.ru/detskiy-sad/raznoe/2019/12/20/paket-dagnosticheskikh-metodik-po-vyyavleniyu-urovnya-gotovnosti-detey> (accessed 09.05.2022). (in Russ.)

16. Sychev V.S., Davydova S.S., Nazirova A.A., Zelenina M.T. Changes in the functional asymmetry of the brain during sports training. Actual Problems and Prospects for the Development of Physical Culture, Sports Training, Recreation and Fitness, Adaptive and Health-Improving-Restorative Physical Culture: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Lipetsk: Lipetsk State Pedagogical University, April 18-19, 2022. pp. 118-121. (in Russ.)

17. Bernshtein N.A., Zinchenko V.P. Biomechanics and physiology of movements: selected psychological works. 3rd edition. Moscow: Moscow Psychological and Social Institute, 2008. 687 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Александрович Померанцев – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической культуры, физиологии и медико-биологических дисциплин Липецкого государственного педагогического университета имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, e-mail: a.pomerantsev.1981@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4197-2183.

Татьяна Валерьевна Бахтиярова – преподаватель кафедры спортивных дисциплин Липецкого государственного педагогического университета имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, e-mail: ovsyannickova.tatyana2016@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9601-7402.

Дмитрий Анатольевич Травков – врач-нейрохирург Липецкой областной клинической больницы, Липецк, e-mail: docdat@ro.ru, ORCID: 0000-0003-4457-3911.

Ольга Александровна Померанцева – инструктор по физической культуре МДОУ № 113, Липецк, e-mail: olgapomerantseva1980@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4985-1944.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Andrej Aleksandrovich Pomerantsev – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education, Physiology and Biomedical Disciplines, Lipetsk State Pedagogical University, Lipetsk, e-mail: a.pomerantsev.1981@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4197-2183.

Tat'yana Valer'evna Bakhtiarova – Lecturer of the Department of Sports Disciplines, Lipetsk State Pedagogical University, Lipetsk, e-mail: ovsyannickova.tatyana2016@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9601-7402.

Dmitrij Anatol'evich Travkov – Neurosurgeon, Lipetsk Regional Clinical Hospital, Lipetsk, e-mail: docdat@ro.ru, ORCID: 0000-0003-4457-3911.

Ol'ga Aleksandrovna Pomerantseva – Physical Education Instructor, Municipal Kindergarten № 113, Lipetsk, e-mail: olgapomerantseva1980@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4985-1944.

Для цитирования: Взаимосвязь показателей мелкой моторики по тесту FingerFit с уровнем психического и физического развития детей дошкольного возраста / А.А. Померанцев, Т.В. Бахтиярова, Д.А. Травков, О.А. Померанцева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_21

For citation: Pomerantsev A.A., Bakhtiarova T.V., Travkov D.A., Pomerantseva O.A. The interrelation of FingerFit fine motor skills indicators with psychological processes and physical condition of preschool children. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_21

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_22
УДК 612.12-07; 614.4-057.4

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_22
UDC 612.12-07; 614.4-057.4

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РИТМА СЕРДЦА И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ПЕДАГОГОВ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-19

М.А. Попова, В.В. Чистова, А.Э. Щербакова

Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут, Россия

Аннотация. Цель: анализ особенностей и связи функционального состояния вегетативной нервной системы с гемодинамическими реакциями у педагогов, перенесших COVID-19. Обследовано 36 педагогов, перенесших COVID-19 средней тяжести (возраст – 51,0 [41,0; 56,0] лет, 16 мужчин и 20 женщин). По результатам исследования после COVID-19 средней тяжести наблюдается тенденция к повышению центрального систолического артериального давления (цСАД) и систолического артериального давления (САД) у педагогов, повышение диастолического артериального давления (ДАД) выявлено только женщин. В постковидном периоде у мужчин повышение цСАД и САД связано с симпатической активацией, для женщин характерно повышение цСАД, САД и ДАД на фоне вегетативного равновесия и повышения парасимпатической активности. В постковидном периоде отмечены увеличение компонента очень низких частот (VLF), снижение общей мощности спектра, снижение текущего функционального состояния, адаптационных резервов и уровня функционирования физиологической системы, высокая частота патологических реакций на активную ортостатическую пробу, что свидетельствует о незавершенности компенсаторных процессов через 8-12 недель после COVID-19. Перенесенный COVID-19 в большей степени сказывается на ухудшении функционального состояния организма женщин, чем мужчин, что может быть в определенной степени связано с тем фактом, что до пандемии нарушения вегетативной регуляции и гемодинамики у женщин встречаются чаще, чем у мужчин.

Ключевые слова: функциональное состояние, вариабельность ритма сердца, гемодинамика, педагоги университета, COVID-19.

HEART RATE VARIABILITY AND HEMODYNAMIC RESPONSE IN TEACHERS WHO HAD COVID-19

M.A. Popova, V.V. Chistova, A.E. Shcherbakova

Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia

Annotation. The purpose of the study was to analyze the features of the functional state of the autonomic nervous system and hemodynamic response of the northern university teachers who had COVID-19. Thirty-six teachers who had moderate COVID-19 were examined (age 51.0 [41.0; 56.0] years, 16 men and 20 women). According to the results of the study, after COVID-19 of moderate severity, there was a tendency for the teachers to have an increased central systolic blood pressure (cSBP) and systolic blood pressure (SBP), the increase of diastolic blood pressure (DBP) was found only in women. The increase of cSBP and SBP in men was connected to the sympathetic activation, the increase of cSBP, SBP and DBP is typical for women against the background of the autonomic balance and increase in the parasympathetic activity. During the post-COVID period, we have also discovered an increase in the VLF (very low frequency) component, decrease in total power, current functional state, adaptive reserves and the physiological function level, as well as high frequency of pathological responses to the active orthostatic test, which indicates an incompleteness of compensatory processes 8-12 weeks after COVID-19. The disease affects more the functional state of women than men, which in some degree is related to the fact that before the pandemic the autonomic regulation and hemodynamic disorders are more often found in women than in men.

Keywords: functional state, heart rate variability, hemodynamics, university teachers, COVID-19.

Введение. В связи с пандемией COVID-19 преподаватели высших учебных заведений столкнулись с комплексом факторов, вызывающих психоэмоциональный стресс, связанный не только со сложившейся эпидемиологической обстановкой, но и с внедрением дистанционной работы, а также с необходимостью освоения новых информационных технологий в короткие сроки [1]. Отмечено, что у педагогов, перенесших COVID-19, наблюдалось значительное снижение функционального состояния центральной нервной системы и электрофизиологической активности мозга [2].

Психоэмоциональный стресс, симпатикотония с частотой сердечных сокращений более 80 в минуту, повышение уровня систолического артериального давления (САД), увеличение жесткости сосудов являются факторами риска сердечно-сосудистых осложнений [3].

По данным систематического обзора Zuin M. с соавт. (2020) артериальная гипертензия (АГ) при COVID-19 являлась самым частым сопутствующим заболеванием и повышала риск неблагоприятного исхода COVID-19. Автор подчеркивает, что АГ в среднем встречалась в 24,3% случаев, при этом показатель различался в регионах [4].

Кокрановский обзор Pellicori P. с соавт. (2021) показал, что при COVID-19 в структуре коморбидной патологии 36,1% занимает АГ и 23,3% другие кардиоваскулярные болезни, однако информация по функциональным изменениям показателей сердечно-сосудистой системы в постковидном периоде неоднозначна [5].

Исследование variability ритма сердца (BPC) позволяет оценить функциональное состояние организма, проанализировать компенсаторные реакции и адаптационные возможности в различных клинических ситуациях [6-7].

Центральное систолическое АД (цСАД) в аорте отражает давление крови на уровне дуги аорты, жесткость аорты и является одним из факторов сердечно-сосудистого

риска [8]. Уровень цСАД является показателем, косвенно отражающим состояние всего сердечно-сосудистого русла, поскольку модулируется эластическими характеристиками аорты, структурно-функциональным состоянием артерий среднего калибра и микроциркуляторного русла [9]. Неинвазивные методы измерения цСАД повышают возможности широкого использования данного интегративного показателя гемодинамики [9-10]. Центральное давление в аорте повышается в постковидном периоде у лиц с артериальной гипертензией и высоким нормальным артериальным давлением [11].

В настоящее время нет полного понимания об изменении функционирования регуляторных систем организма и их связи с гемодинамическими показателями в постковидном периоде.

Цель исследования: анализ особенностей и связи функционального состояния вегетативной нервной системы с гемодинамическими реакциями у педагогов, перенесших COVID-19.

Методы и организация исследования. На базе научно-исследовательской лаборатории БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный педагогический университет» проведено когортное исследование динамики показателей variability ритма сердца (BPC), центрального систолического аортального давления (цСАД), периферического систолического и диастолического артериального давления (САД и ДАД) у педагогов, перенесших COVID-19 в период пандемии новой коронавирусной инфекции.

В исследование включены 36 педагогов, перенесших верифицированный COVID-19 средней тяжести, из них 16 мужчин (возраст – 53,0 [41,0; 56,0] лет) и 20 женщин (возраст – 47,0 [43,0; 54,0] лет). До пандемии в начале учебного года 2019/20 года эти педагоги были обследованы в плановом порядке по программе мониторинга здоровья педагогов СурГПУ (Приказ департамента образования и молодежной политики ХМАО-Югры

10-П-1451 от 27.10.2021 г). Обследование после COVID-19 проводили через 8-14 недель после заболевания. Критерии исключения: наличие хронических заболеваний в стадии декомпенсации.

С помощью портативного аппарата для измерения центрального систолического аортального давления (цСАД) в амбулаторных условиях A-PULSE-CASPal (Health-STATS, Singapore) трехкратно измеряли пульс, периферическое систолическое и диастолическое АД (САД и ДАД). Уровень цСАД оценивали с учетом пола и возраста по номограмме референсных значений центрального аортального систолического давления.

Запись и анализ variability ритма сердца (BPC) производили с помощью аппаратно-программного комплекса «Поли-Спектр-8» (Нейрософт, Россия) согласно инструкции к использованию программы и протокола проведения исследования в фоновом режиме и активной ортостатической пробе (АОП), позволяющей оценить адаптацию к изменению условий функционирования организма. Состояние вегетативной регуляции оценивали в динамике по показателям временного и спектрального анализа BPC [6-7]. Программой автоматически рассчитаны текущее функциональное состояние организма (ТФС) по средней частоте сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и показателям спектрального анализа BPC – общей мощности спектра (TP), высокочастотного (HF), низкочастотного (LF), очень низкой частоты (VLF) компонентов спектра, отношению LF/HF; адаптационные резервы (AP) определены по изменению ЧСС и LF/HF при АОП по сравнению с состоянием покоя и удвоенной величине коэффициента K30:15; интегральная оценка уровня функционирования физиологической системы (УФФС) рассчитана по суммированию баллов ТФС и AP. Тип реакции на АОП определяли по коэффициенту K30:15 [7].

Все обследуемые подписывали информированное согласие на участие в исследовании и соблюдение протокола.

Измерения проводили с 8 до 12 часов с соблюдением условий исключения физической нагрузки, курения и приема кофеинсодержащих напитков не менее чем за 2 часа до исследования [10]. По протоколу в день исследования обследуемые не принимали лекарственные средства и биологически активные добавки до завершения измерений, прием β -адреноблокаторов исключали за сутки до исследования.

Статистический анализ проведен с использованием пакета программ Statistica 13.3 (StatSoft, США). Распределение значений отличалось от нормального, в связи с этим для оценки различий показателей между выборками применили непараметрические методы. Количественные данные приведены в Me [Q25, Q75], значимость различий количественных показателей между группами педагогов женского и мужского пола определена по критерию Манна-Уитни (U), качественных показателей – по критерию χ^2 .

Динамику показателей до пандемии и после COVID-19 оценивали по критерию Вилкоксона (W) и критерию Мак-Немара. Для определения связи показателей BPC, цСАД, САД и ДАД провели ранговый корреляционный анализ по методу Спирмена (R). Количественная мера тесноты связи определена по шкале Чеддока: 0,1-0,3 – слабая; 0,3-0,5 – умеренная; 0,5-0,7 – заметная; 0,7-0,9 – высокая; 0,9-0,99 – весьма высокая. Критический уровень значимости различий – $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам нашего исследования после COVID-19 выявлено повышение цСАД и САД у мужчин, у женщин – увеличение цСАД, САД, ДАД и уменьшение пульса в покое (табл. 1).

В общей группе педагогов до и после COVID-19 цСАД имел высокую положительную связь с уровнем САД ($R=0,9018$; $R=0,9715$) и ДАД ($R=0,9018$). Следует отметить, что связь цСАД и ДАД в постковидном периоде ослабевала до умеренной

($R=0,4699$). Пульс умеренно коррелировал с цСАД ($R=0,3453$), САД ($R=0,3985$) и ДАД ($R=0,3500$) до пандемии, после COVID-19

связь пульса с цСАД ($R=0,2010$), САД ($R=0,1409$) и ДАД ($R=0,0872$) была незначимой.

Таблица 1

Показатели пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов до пандемии и после COVID-19 (Me [Q_{25} ; Q_{75}])

Показатель	Мужчины, n=16		p
	до пандемии	после COVID-19	
Пульс в мин	75,0 [69,0; 80,0]	75,0 [64,0; 76,0]	0,653
цСАД , мм рт. ст.	124,0 [115,0; 134,0]	126,0 [114,0; 140,0]	0,002
САД , мм рт. ст.	126,0 [123,0; 138,0]	128,0 [123,0; 147,0]	0,001
ДАД , мм рт. ст.	77,0 [73,0; 90,0]	76,0 [75,0; 89,0]	0,009
Женщины, n=20			
Пульс в мин	75,0 [68,0; 82,0]	74,0 [69,0; 84,0]	0,005
цСАД , мм рт. ст.	112,0 [103,0; 124,0]	124,0 [114,0; 126,5]	0,000
САД , мм рт. ст.	116,5 [107,0; 129,0]	126,0 [116,0; 129,0]	0,000
ДАД , мм рт. ст.	75,0 [68,0; 82,0]	80,0 [75,0; 83,0]	0,000

Примечание: p – значимость различий гемодинамических показателей до и после COVID-19 по критерию W

У мужчин до и после COVID-19 уровень цСАД высоко коррелировал с САД ($R=0,9440$, $R=0,9337$), с ДАД до пандемии связь была высокой ($R=0,9047$, $R=0,9715$), после COVID-19 связь с ДАД была незначимой ($R=0,1796$).

У женщин цСАД до и после COVID-19 имел высокую корреляцию с САД ($R=0,9939$, $R=0,9757$) и ДАД ($R=0,9723$, $R=0,8814$).

Пульс у мужчин положительно коррелировал с цСАД до и после COVID-19 ($R=0,6706$, $R=0,7878$), САД ($R=0,7048$, $R=0,7151$), ДАД ($R=0,6347$, $R=0,6024$). В отличие от мужчин, у женщин до пандемии связь пульса была незначимой с цСАД

($R=-0,0917$), САД ($R=-0,1215$), ДАД ($R=-0,1162$), после COVID-19 выявлена отрицательная умеренная связь цСАД с пульсом ($R=-0,4545$), заметная с ДАД ($R=-0,5349$) и слабая с САД ($R=-0,5349$).

Результаты временного и спектрального анализа ВРС у педагогов в фоновом режиме и при АОП до пандемии и в постковидном периоде представлены в таблице 2.

По результатам АОП до пандемии показатель общей мощности спектра ТР был снижен у педагогов обоих полов, после COVID-19 значительно уменьшился как у мужчин, так и у женщин. Наиболее выраженное снижение ТР в ответ на АОП отмечено у мужчин, перенесших COVID-19.

Таблица 2

Показатели ВРС у педагогов до пандемии и после COVID-19 Me [Q_{25} ; Q_{75}]

Показатель	Педагоги, n=36				p ₁ p ₂	p _м p _ж
	мужчины, n=16		женщины, n=20			
	до пандемии	после COVID-19	до пандемии	после COVID-19		
Временной анализ						
RRNN, мс фон	919.0 [860.0;989.5]	947.0 [849.5;990.5]	859.5 [8136.0;934.0]	862.0 [862.0;877.0]	p ₁ =0,166 p ₂ =0,088	p _м =0,756 p _ж =0,940
	730.0 [698.0;774.0]	742.5 [648.0;801.5]	710.5 [664.0;806.0]	736.0 [683.0;784.0]		
АОП					p ₁ =0,667 p ₂ =0,714	p _м =0,876 p _ж =0,736

Продолжение таблицы 2

p, z	p=0,0004	p=0,0004	p=0,0000	p=0,0000		
SDNN, мс фон	45.0 [33.5;58.5]	41.5 [35.5;53.5]	25.5 [24.0;38.0]	26.5 [22.0;32.0]	p ₁ =0,002 p ₂ =0,001	p _M =0,379 p _ж =0,128
АОП	32.5 [28.0;46.5]	30.5 [23.5;32.5]	27.5 [19.0;33.0]	31.5 [20.0;47.0]	p ₁ =0,016 p ₂ =0,811	p _M =0,055 p _ж =0,003
p, z	p=0,0092	p=0,0009	p=0,2958	p=0,7089		
RMSSD, мс фон	35.5 [21.0;58.5]	32.5 [19.5;40.05]	19.0 [13.0;29.0]	19.0 [16.0;30.0]	p ₁ =0,007 p ₂ =0,067	p _M =0,084 p _ж =0,135
АОП	16.0 [14.0;20.5]	15.5 [15.0;24.5]	14.5 [10.00;17.00]	14.0 [8.00;20.00]	p ₁ =0,208 p ₂ =0,130	p _M =0,408 p _ж =0,507
p, z	p=0,0007	p=0,1094	p=0,0004	p=0,0000		
pNN50 ,% фон	14.1 [1.80;23.10]	6.20 [1.85;15.90]	1.30 [0.00;6.30]	1.00 [0.30;6.50]	p ₁ =0,013 p ₂ =0,347	p _M =0,120 p _ж =0,052
АОП	0.80 [0.10;2.20]	0.40 [0.00;1.60]	0.30 [0.00;0.80]	0.10 [0.00;1.50]	p ₁ =0,208 p ₂ =0,811	p _M =0,637 p _ж =0,302
p, z	p=0,0027	p=0,0009	p=0,0801	p=0,0001		
CV, % фон	4.80 [3.56;6.26]	4.16 [3.85;6.58]	3.04 [2.62;4.50]	2.93 [2.57;4.03]	p ₁ =0,006 p ₂ =0,002	p _M =0,214 p _ж =0,167
АОП	4.31 [3.96;6.10]	4.05 [3.25;4.77]	3.79 [2.24;3.99]	4.77 [2.89;5.44]	p ₁ =0,005 p ₂ =0,621	p _M =0,078 p _ж =0,004
p, z	p=0,5694	p=0,0042	p=0,02322	p=0,2043		
Спектральный анализ						
TP, мс ² фон	2420.0 [1206.0;4695.0]	2244.5 [1407.0;4111.0]	628.5 [575.0;1407.0]	856.0 [511.0;2560.0]	p ₁ =0,001 p ₂ =0,003	p _M =0,836 p _ж =0,052
АОП	1356.5 [808.5;2292.0]	920.5 [535.5;1649.5]	590.0 [368.0;1097.0]	966.0 [361.0;2361.0]	p ₁ =0,000 p ₂ =0,911	p _M =0,437 p _ж =0,004
p, z	p=0,0016	p=0,0004	p=0,2322	p=0,5256		
VLF, мс ² фон	543.5 [348.0;1457.5]	1109.5 [787.0;1306.0]	363.5 [290.0;506.0]	458.0 [254.0;486.0]	p ₁ =0,022 p ₂ =0,000	p _M =0,022 p _ж =0,295
АОП	622.5 [500.0;1305.0]	416.5 [282.5;600.0]	590.0 [368.0;1097.0]	525.5 [303.0;1008.0]	p ₁ =0,000 p ₂ =0,534	p _M =0,043 p _ж =0,001
p, z	p=0,7173	p=0,0004	p=0,7938	p=0,7089		
LF, мс ² фон	504.0 [314.5;925.5]	339.5 [268.0;1242.0]	103.0 [55.0;359.0]	168.0 [130.0;261.0]	p ₁ =0,000 p ₂ =0,000	p _M =0,214 p _ж =0,090
АОП	279.5 [125.0;598.0]	446.0 [157.0;668.5]	122.5 [69.0;526.0]	350.5 [63.0;616.0]	p ₁ =0,058 p ₂ =0,621	p _M =0,255 p _ж =0,090
p, z	p=0,1208	p=0,0113	p=0,2322	p=0,1258		

Продолжение таблицы 2

HF, мс ² фон	1149.0 [188.5;2709.5]	637.5 [115.5;1025.5]	154.0 [64.0;289.0]	244.0 [153.0;323.0]	p ₁ =0,001 p ₂ =0,315	p _м =0,001 p _ж =0,100
АОП	151.5 [59.5;211.5]	81.0 [38.0;168.5]	63.0 [39.0;125.0]	65.0 [17.0;194.0]	p ₁ =0,043 p ₂ =0,911	p _м =0,325 p _ж =0,918
p	p=0,0007	p=0,0004	p=0,0002	p=0,0007		
LF, п.у. фон	47.55 [20.55;56.35]	63.85 [29.20;72.30]	45.25 [35.70;56.20]	46.35 [35.50;55.00]	p ₁ =0,577 p ₂ =0,208	p _м =0,000 p _ж =0,970
АОП	78.05 [55.85;82.25]	84.00 [73.40;89.50]	78.55 [56.10;87.50]	73.95 [68.30;89.20]	p ₁ =0,534 p ₂ =0,208	p _м =0,043 p _ж =0,313
p, z	p=0,0004	p=0,0557	p=0,0000	p=0,0001		
HF, п.у. фон	52.45 [43.65;79.45]	36.15 [31.55;70.80]	54.75 [43.80;64.30]	53.65 [45.00;64.50]	p ₁ =0,577 p ₂ =0,315	p _м =0,000 p _ж =0,970
АОП	21.95 [17.75;44.15]	16.00 [10.50;26.60]	21.45 [12.50;43.90]	26.05 [10.80;31.70]	p ₁ =0,534 p ₂ =0,208	p _м =0,043 p _ж =0,313
p, z	p=0,0004	p=0,0004	p=0,0000	p=0,0001		
LF/HF фон	0.95 [0.29;1.30]	1.77 [0.43;2.18]	0.83 [0.55;1.29]	0.87 [0.55;1.22]	p ₁ =0,577 p ₂ =0,315	p _м =0,000 p _ж =0,278
АОП	3.59 [1.27;4.63]	5.40 [2.86;8.55]	3.72 [1.28;7.02]	2.87 [2.15;8.30]	p ₁ =0,534 p ₂ =0,208	p _м =0,070 p _ж =0,525
p, z	p=0,0004	p=0,0004	p=0,0000	p=0,0004		
K30:15	1.33 [1.24;1.68]	1.14 [1.10;1.25]	1.22 [1.22;1.33]	1.11 [1.04;1.13]	p ₁ =0,012 p ₂ =0,286	p _м =0,009 p _ж =0,004

Примечание: p – значимость различий показателей ВРС в фоновом режиме и активной ортостатической пробе (АОП) по критерию U; p₁ – мужчины vs женщины до пандемии по критерию U; p₂ – мужчины vs женщины после COVID-19 по критерию U; p_м – различия показателей до пандемии и после COVID-19 у мужчин по критерию W; p_ж – различия показателей до пандемии и после COVID-19 у женщин по критерию W; RRNN – среднее значение интервалов RR; SDNN – стандартное отклонение интервалов NN; RMSSD – среднеквадратичное значение последовательных различий; pNN50 – процент NN50 от общего кол-ва пар интервалов NN в записи; CV – коэффициент вариации

После COVID-19 реактивность вегетативной нервной системы (ВНС) при проведении АОП, оцениваемая по значению K30:15, была снижена как у мужчин, так и у женщин (K30:15 не превышал значение 1,2). По мнению Михайлова В.М. (2007) снижение K30:15 не просто отражает сниженную реактивность парасимпатического отдела ВНС, но и указывает на поломку возвращающих к норме механизмов [7]. Низкие значения K30:15 наряду с подавлением парасимпатической

активности (HF-компонента) отражают низкую устойчивость блуждающего нерва к воздействию стресс-стимула [7].

В нашем наблюдении медианы LF/HF до и после COVID-19 соответствовали нормативным значениям и имели адекватный прирост (более чем в 3 раза) в ответ на выполнение АОП в обследованных группах. Следует отметить, что только у мужчин до пандемии в покое HF-компонент преобладал в структуре спектральной мощности и составил 41,5% (рис. 1).

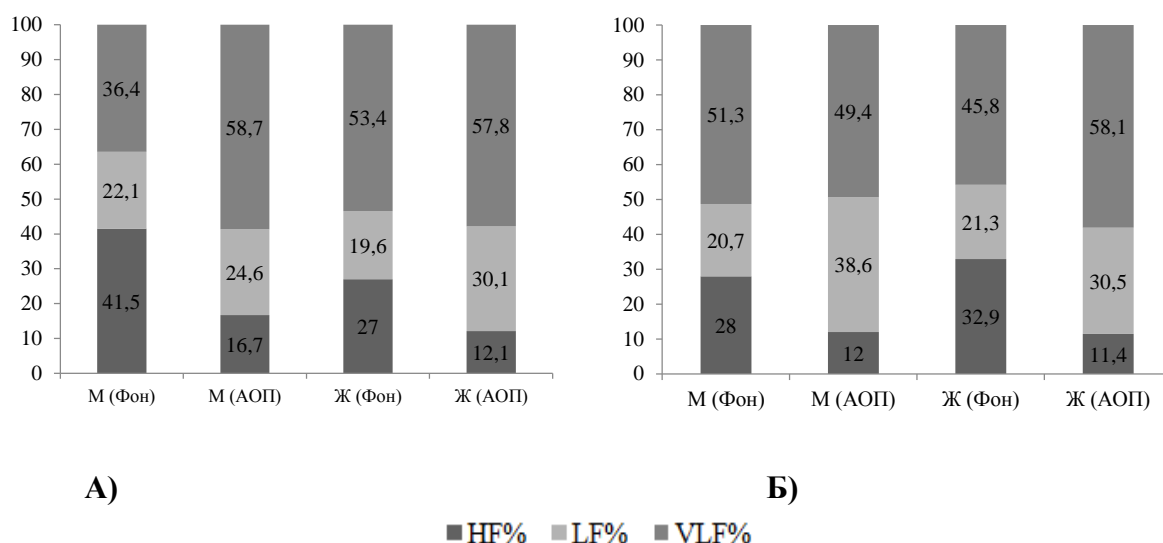


Рис. 1. Вклад высоко- (HF), низко- (LF) и очень низкочастотного (VLF) компонентов в общую мощность спектра ВРС в положении лежа (фон) и при АОП у педагогов, %.

Примечание: А) до пандемии, Б) после COVID-19

Относительное преобладание высокочастотных волн (HF) свидетельствует об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающих нервов на сердце. Умеренное преобладание парасимпатических влияний – один из факторов индивидуальной устойчивости здорового организма к поражению сердечно-сосудистой системы в условиях психоэмоционального перевозбуждения [7].

После COVID-19 у педагогов в ответ на АОП была значительно снижена спектральная мощность как HF-, так и LF-компонента, что указывает на минимальное влияние ВНС на модуляцию сердечного ритма.

Необходимо отметить, что после COVID-19, как у мужчин, так и у женщин, более 45,0% в покое и более 50,0% при АОП приходилось на VLF-компонент спектра, что, с учетом выявленных низких значений TP, обусловлено предположительно гуморально-метаболическими влияниями.

VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться в качестве надежного маркера степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции системы кровообращения с надсегментарными, в том числе с

гипоталамо-гипофизарным (гуморально-метаболический уровень) и корковым (центрально-эрготропный) уровнями [12].

Результаты анализа ВРС при АОП показали, что в постковидном периоде у педагогов наблюдается снижение функционального состояния организма по таким показателям, как ТФС, АР и УФФС (рис. 2).

Необходимо отметить, что по показателям ТФС, АР, УФФС более выраженное снижение функционального состояния организма зарегистрировано у женщин, чем у мужчин, как до пандемии, так и после перенесенного COVID-19. Как показали проведенные нами исследования, психофизиологическое состояние и качество жизни в условиях обычной профессиональной нагрузки и при дистанционной работе нарушено чаще у педагогов-женщин, чем у мужчин [13].

Снижение ТФС у мужчин до пандемии выявлено в 47,1% случаев (сниженное – 9,4%, значительно снижено – 37,5%), после COVID-19 увеличилось до 75,0% (сниженное 25%, значительно сниженное 50,0%) ($p=0,0211$); у женщин после COVID-19 также отмечена тенденция к снижению ТФС

с 80,0% (снижено – 5,0%, значительно снижено – 75,0%) до 90,0% (снижено – 10,0%, значительно снижено – 80,0%).

После COVID-19 число мужчин со сниженными АР увеличилось с 37,5 до 86,5%

(снижены – 75,0%, резко снижены – 11,5%) ($p=0,000$); число женщин со сниженными АР возросло с 70,0% до 100,0% (снижены – 70,0%, резко снижены – 30,0%) ($p=0,0079$).

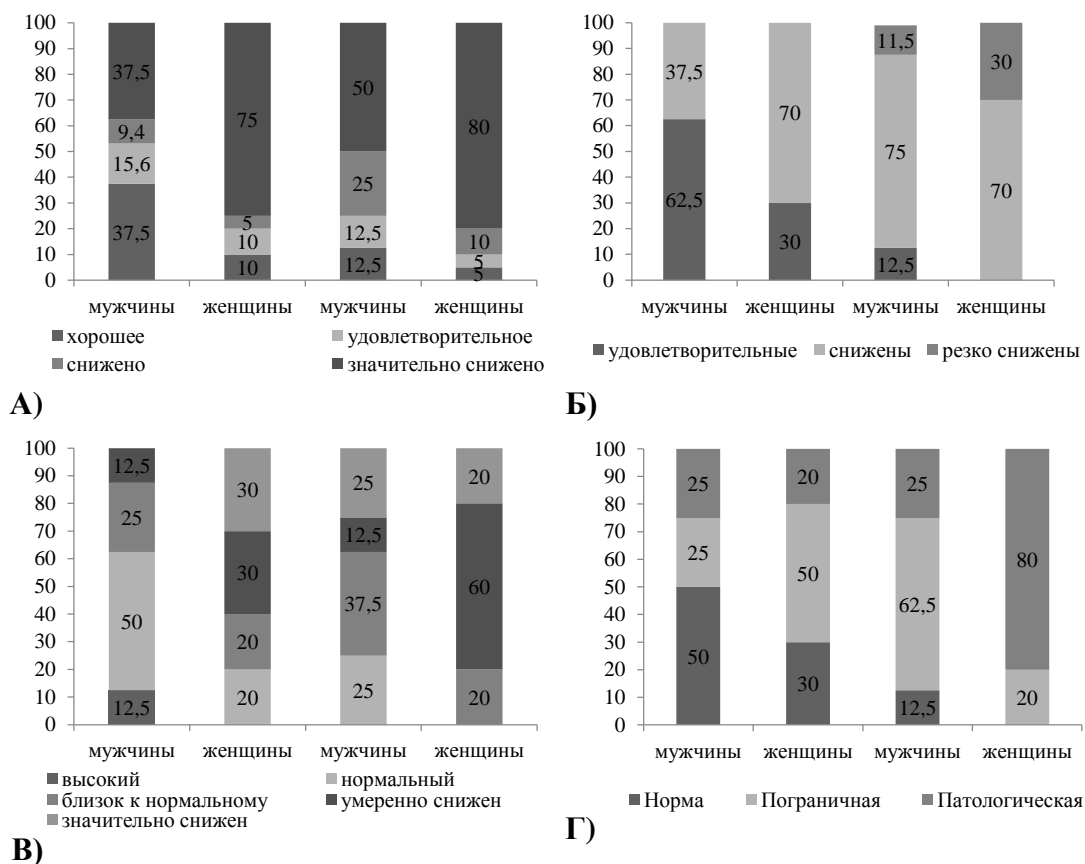


Рис. 2. Частота встречаемости вариаций функционального состояния ВНС по данным ВРС, %

Примечание: А – ТФС (текущее функциональное состояние); Б – АР (адаптационные резервы); В – УФФС (уровень функционирования физиологической системы); Г – типы реакций на АОП по К 30:15

До пандемии умеренное снижение УФСС у мужчин зарегистрировано в 12,5% случаев, после COVID-19 показатель увеличился до 37,5% (умеренно снижен – 12,5%, значительно снижен – 25,0%) ($p=0,0209$). Количество женщин со сниженным УФФС увеличилось с 60,0% (умеренно снижен – 30,0%, значительно снижен – 30,0%) до 80,0% (умеренно снижен – 60,0%, значительно снижен – 20,0%) ($p=0,0481$).

При анализе коэффициента К30:15 отмечено, что число педагогов с нормальной реакцией на АОП после COVID-19 уменьшилось с 50,0 до 12,5% среди мужчин

($p=0,0012$); у женщин до пандемии нормальная реакция зарегистрирована до пандемии в 30,0%, в постковидном периоде – ни в одном случае ($p=0,0079$). Следует отметить, что патологические реакции на АОП до и после COVID-19 у мужчин остались в пределах 25,0%, у женщин увеличились с 20,0 до 80,0% ($p=0,0001$).

С учетом сопоставимой направленности изменений гемодинамики и ВРС до и после COVID-19 у мужчин и женщин, корреляционный анализ показателей проведен в общей группе педагогов (табл. 3).

Уровень цСАД до пандемии положительно коррелировал с HF\% (умеренно), отрицательно – с VLF мс^2 (умеренно), VLF\% (заметно) в покое, при АОП коррелировал положительно с HF п.у. (умеренно) и отрицательно с SDNN , LF , LF п.у. , LF\% , LF/HF (умеренно), CV\% (слабо). После COVID-19 показатель цСАД положительно коррелировал с RRNN (умеренно) в покое;

при АОП заметная положительная корреляционная связь была выявлена между показателем цСАД и HF п.у. , умеренная – с RRNN и HF\% . При АОП отрицательные связи выявлены между уровнем цСАД с LF п.у. , LF/HF , CV\% (заметные), SDNN , RMSSD , VLF мс^2 , TP (умеренные), LF мс^2 (слабая).

Таблица 3

Корреляционный анализ показателей ВРС и гемодинамики у педагогов до пандемии и после COVID-19

Показатели	R, n=36					
	до пандемии			после COVID-19		
	цСАД , мм рт. ст.	САД , мм рт. ст.	ДАД , мм рт. ст.	цСАД , мм рт. ст.	САД , мм рт. ст.	ДАД , мм рт. ст.
Фоновая проба						
RRNN , мс	-	-	-	0,3540	0,4212	-
CV , %	-	-	-	-	-	-0,2821
HF , мс^2			0,3801	-	-	-
VLF , мс^2	-0,2786	-0,3231	-0,2961	-	-	-
LF , п.у.	-	-	-0,4946	-	-	-0,3387
HF , п.у.	-	-	0,4946	-	-	0,3387
LF/HF	-	-	-0,4946	-	-	-0,3387
LF\%	-	-	-	-	-0,4307	-0,3673
HF\%	0,3171	0,3523	0,5213	-	-	-
VLF\%	-0,5785	-0,5851	-0,6714	-	-	-
Активная ортостатическая проба						
RRNN , мс	-	-	-	0,3769	0,4200	-
SDNN , мс	-0,3705	-0,3653	-0,4808	-0,4296	-0,3597	-0,4553
RMSSD , мс	-	-	-	-0,3412	-	-0,6408
pNN50 , %	-	-	-	-	-	-0,4767
CV , %	-0,2992	-0,2794	-0,3637	-0,5475	-0,4690	-0,5442
TP , мс^2	-	-	-	-0,3414	-	-0,5084
LF , мс^2	-0,3796	-0,3390	-0,3300	-0,2882	-	-0,4600
VLF , мс^2	-	-	-	-0,3441	-0,2814	-0,5252
LF , п.у.	-0,3700	-0,3362	-0,4697	-0,5103	-0,4951	-
HF , п.у.	0,3700	0,3362	0,4697	0,5103	0,4951	-
LF/HF	-0,3700	-0,3362	-0,4697	-0,5103	-0,4951	-
LF\%	-0,4152	-0,3601	-0,3693	-	-	-
HF\%	-	-	0,4131	0,3185	0,3032	-
VLF\%	-	-	-	-	-	-
ТФС	-	-	0,3315	-	-	-
К 30:15	-	-	-	-	0,3414	-

Примечание: в таблице указаны только значимые корреляции ($p \leq 0,05$) по критерию Спирмена (R)

Уровень САД до пандемии коррелировал положительно с HF% (умеренно), отрицательно – с VLF% (заметно), VLF мс² (умеренно); при АОП положительно – с HF n.u. (умеренно), отрицательно – с SDNN, LF мс², LF n.u., LF%, LF/HF (умеренно), CV% (слабо). После COVID-19 показатель САД положительно коррелировал в покое с RRNN и K 30:15 (умеренно), отрицательно – с LF% (умеренно); при АОП положительно – с RRNN, HF n.u., HF% (умеренно), отрицательно – с SDNN, LF n.u., LF/HF, CV% (умеренно), VLF мс² (слабо).

Уровень ДАД до пандемии коррелировал положительно с ТФС, HF мс², HF n.u., (умеренно), HF% (заметно), отрицательно – с LF n.u., LF/HF (умеренно), VLF мс² (слабо), VLF% (заметно) в покое; при АОП положительно – с HF n.u., HF% (умеренно), отрицательно – с SDNN, CV%, LF мс², LF n.u., LF%, LF/HF (умеренно). Следует отметить, что ДАД имел умеренную связь при АОП с показателем CV%, в то время как цСАД и САД имели слабую связь с CV. После COVID-19 выявлена умеренная положительная корреляция ДАД с HF n.u., отрицательная – с LF n.u., LF%, LF/HF (умеренная), CV% (слабая) в покое; при АОП показатель ДАД имел отрицательную заметную связь с показателями RMSSD, CV%, VLF и TP и умеренную с SDNN, pNN50%, LF мс².

Заключение. После COVID-19 средней тяжести наблюдается тенденция к повышению цСАД и САД у педагогов мужского и женского пола, при этом повышение ДАД характерно только для женщин. В постковидном периоде у мужчин повышение цСАД и САД в большей степени связано с симпатической активацией, в то время как для женщин более характерно повышение

цСАД, САД и ДАД на фоне вегетативного равновесия и повышения парасимпатической активности. В постковидном периоде значимо возрастает увеличение роли связи автономных (сегментарных) уровней регуляции системы кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамо-гипофизарным (гуморально-метаболический уровень) и корковым (центрально-эрготропный) уровнями, что подтверждается значительным увеличением доли компонента спектра variability ритма сердца очень низкой частоты (VLF), снижением общей мощности и свидетельствует о незавершенности компенсаторных процессов через 8-12 недель после COVID-19.

Об этом свидетельствует и прогрессирование в постковидном периоде снижения текущего функционального состояния, адаптационных резервов уровня функционирования физиологической системы организма педагогов, показателей, существенно сниженных у педагогов и до пандемии в силу особенностей их трудовой деятельности, связанной с профессиональным психоэмоциональным стрессом.

После COVID-19 у педагогов практически не регистрируется адекватная нормальная реакция и увеличивается частота патологических реакций на активную ортостатическую пробу по коэффициенту K30:15.

Перенесенный COVID-19 в большей степени сказывается на ухудшении функционального состояния организма женщин, чем мужчин, что может быть в определенной степени связано с тем фактом, что до пандемии нарушения вегетативной регуляции и гемодинамики у женщин встречаются чаще, чем у мужчин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шматова, Ю. Е. Влияние COVID-19 на психическое здоровье населения (как показатель человеческого потенциала): опыт зарубежных исследований / Ю. Е. Шматова // Проблемы развития территории. – 2020. – № 4 (108). – С. 88-108. DOI: 10.15838/ptd.2020.4.108.6
2. Попова, М. А. Электроэнцефалографические показатели и функциональное состояние центральной нервной системы у педагогов северного университета, перенесших COVID-19 / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова

- // Международный журнал «Вестник психофизиологии». – 2021. – № 3. – С.72-77. DOI: 10.34985/s7076-4119-2488-y
3. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension / Williams B., Mancia G., Spiering W. [et al] // *Eur Heart J.* – 2018. – № 39(33). – pp. 3021-3104. DOI: doi/10.1093/eurheartj/ehy339
4. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis / Zuin M., Rigatelli Dzh., Zuliani Dzh. [et al] // *Infect.* – 2020. – № 81 (1). – pp. e84-e86. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.03.059
5. COVID-19 and its cardiovascular effects: a systematic review of prevalence studies / Pellicori P., Doolub G., Wong C.M. [et al] // *Cochrane Database of Systematic Reviews.* – 2021. – Issue 3. – Art. №: CD013879. DOI: 10.1002/14651858.CD013879
6. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use // *Circulation.* – 1996. – № 93. – pp. 1043-1065. PMID: 8598068.
7. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму) / В. М. Михайлов. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2017. – С.516.
8. Центральное аортальное давление: референсные и диагностические значения / А.А. Кузнецов, Е.Е. Цветкова, Д.В. Денисова, Ю.И. Рагино, М.И. Воевода // *Кардиология.* – 2019. – Т. 59(3). – С.11-17. DOI: 10.18087/cardio.2019.3.10235
9. Котовская, Ю. В. Центральное давление в клинической практике: современное состояние проблемы / Ю. В. Котовская, Ж. Д. Кобалава // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* – 2009. – № 8(4). – С. 8-13. URL: <https://cardiovascular.elpub.ru/jour/article/view/1717/1382> (дата обращения: 26.08.2022)
10. Амбулаторное мониторирование пульсовых волн: статус проблемы и перспективы. Позиция российских экспертов / Ю.В. Котовская, А.Н. Рогоза, Я.А. Орлова, И.Н. Посохов // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* – 2018. – № 17(6). – С. 95-109. DOI: <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2018-6-95-109>
11. Попова, М. А. Показатели пульса, центрального и периферического артериального давления у педагогов северного университета, перенесших COVID-19, в период дистанционной работы / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture.* – 2021. – Т. 13. – № 4. – С. 175-192. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-175-192
12. Deal, B. J. Surgery for arrhythmias in children / B. J. Deal, C. Mavroudis, C. L. Backer // *J. Cardiol.* – 2004. – № 97. – pp. 39-57.
13. Попова, М. А. Психологическое состояние и профессиональное выгорание у педагогов северного университета, перенесших COVID-19 / М. А. Попова, В. В. Щербакова, В. В. Чистова // *Международный научный журнал «Вестник психофизиологии».* – 2022. – № 2. – С. 105-113.

REFERENCES

1. Shmatova Yu.E. Impact of COVID-19 on Mental Health of Population (as an Indicator of Human Potential): Experience of Foreign Studies. *Problems of Territory's Development*, 2020, no. 4 (108), pp. 88-108. DOI: 10.15838/ptd.2020.4.108.6 (in Russ.)
2. Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. Electroencephalographic parameters and functional state of central nervous system in northern university teachers who underwent COVID-19. *Psychophysiology News*, 2021, no. 3, pp. 72-77. DOI: 10.34985/s7076-4119-2488-y. (in Russ.)
3. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*, 2018, no. 39(33), pp.3021-3104. DOI: doi/10.1093/eurheartj/ehy339.
4. Zuin M., Rigatelli Dzh., Zuliani Dzh., Rigatelli A., Mazza A., Ronkon L. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis. *Infect*, 2020, no. 81 (1), pp. e84-e86. DOI: 10.1016/j.jinf.2020.03.059.
5. Pellicori P., Doolub G., Wong C.M., Lee K.S., Mangion K., Ahmad M., Berry C., Squire I., Lambiase P.D., Lyon A., McConnachie A., Taylor R.S., Cleland J.G.F. COVID-19 and its cardiovascular effects: a systematic review of prevalence studies. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021, Issue 3, Art. no. CD013879. DOI: 10.1002/14651858.CD013879.
6. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*, 1996, vol. 93, no. 5, pp. 1043–1065. DOI: 10.1161/01.CIR.93.5.1043
7. Mikhajlov V.M. Heart rate variability (new look at the old paradigm). Ivanovo: Neurosoft, 2017. 516 p. (in Russ.)
8. Kuznetsov A.A., Tsvetkova E.E., Denisova D.V., Voevoda M.I. Central Aortic Pressure: Reference and Diagnostic Values. *Kardiologiya*, 2019,

vol. 59(3), pp. 11-17. DOI: 10.18087/cardio.2019.3.10235. (in Russ.)

9. Kotovskaya Yu.V., Kobalava Zh.D. Central pressure in clinical practice: current state of the problem. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2009, no. 8(4), pp. 8-13. Available at: <https://cardiovascular.elpub.ru/jour/article/view/1717/1382> (Accessed 26.08.2022) (in Russ.)

10. Kotovskaya Yu.V., Rogoza A.N., Orlova Ya.A., Posohov I.N. Ambulatory pulse wave monitoring: current and future. Opinion paper of Russian Experts. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2018, no. 17(6), pp. 95-109. DOI: 10.15829/1728-8800-2018-6-95-109_ (in Russ.)

11. Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. indicators of pulse, central and peripheral blood pressure of northern university teachers who underwent COVID-19 while working remotely. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 4, pp. 175-192. DOI: 10.12731/2658-6649-2021-13-4-175-192_ (in Russ.)

12. Deal, B.J., Mavroudis C., Backer C.L. Surgery for arrhythmias in children. *J. Cardiol*, 2004, no. 97, pp. 39-57.

13. Popova M.A., Shcherbakova A.E., Chistova V.V. Psychological state and professional burnout at northern university teachers who survived COVID-19. *Psychophysiology News*, 2022, no. 2, pp. 105-113. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Марина Алексеевна Попова – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья», Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: m_a_popova@mail.ru.

Виктория Васильевна Чистова – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья», Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: victoria133117@mail.ru.

Александра Эдуардовна Щербакова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья», Сургутский государственный педагогический университет, Сургут, e-mail: la_lune-4@bk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Marina Alekseevna Popova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: m_a_popova@mail.ru.

Victoria Vasil’evna Chistova – Junior Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: victoria133117@mail.ru.

Aleksandra Eduardovna Shcherbakova – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, e-mail: la_lune-4@bk.ru.

Для цитирования: Попова, М. А. Вариабельность ритма сердца и гемодинамические реакции у педагогов, перенесших COVID-19 / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_22

For citation: Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. Heart rate variability and hemodynamic response in teachers who had COVID-19. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_22

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_23
УДК 616.8-07; 616.1-053.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_23
UDC 616.8-07; 616.1-053.6

ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У СТУДЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРИОДА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПАНДЕМИИ COVID-19

М.А. Попова, А.Э. Щербакова, А.С. Лакомкина, Н.И. Ложкина-Гамецкая
Сургутский государственный педагогический университет, г. Сургут, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования вегетативной регуляции и кардиоваскулярных реакций у студентов после периода дистанционного обучения во время пандемии COVID-19. Обследованы 44 юноши и 37 девушек Сургутского педагогического университета. Функциональное состояние вегетативной нервной системы (ВНС) оценивали по результатам записи электрокардиограммы (ЭКГ) с проведением активной ортостатической пробы (АОП). Анализировали показатели текущего функционального состояния (ТФС), адаптационных резервов (АР) и уровня функционирования физиологической системы (УФФС). Измеряли периферическое артериальное давление (АД) – систолическое АД (САД) и диастолическое АД (ДАД); центральное систолическое АД (цСАД); частоту сердечных сокращений (ЧСС). У юношей, по сравнению с девушками, были выше значения САД ($p=0,0000$), ДАД ($p=0,0540$) и цСАД ($p=0,0000$) в группе. Высокое нормальное артериальное давление (ВНАД) установлено у 27,3% и 8,1% юношей и девушек соответственно; артериальная гипертензия (АГ) – у 13,6% и 2,7% юношей и девушек соответственно. Повышение цСАД в аорте выше максимальных половозрастных значений выявлено во всех случаях при ВНАД и АГ в обеих группах. Смещение вегетативного баланса в сторону симпатикотонии при выполнении АОП установлено в обеих группах. Значимые различия по полу установлены только во время фоновой записи: LF, n.u. ($p=0,0028$), HF, n.u. ($p=0,0028$) и LF/HF ($p=0,0028$), что указывает на более выраженную симпатикотонию у юношей по сравнению с девушками. У юношей значительно снижены показатели ФС ВНС по данным ВРС: ТФС – у 4,55%, АР – у 9,09%, УФФС – у 9,09%. Психосоциальный стресс и адаптация к переходу на дистанционный формат обучения в условиях пандемии COVID-19 у студентов в большей степени оказали влияние на юношей.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, гемодинамика, студенты, COVID-19.

AUTONOMIC REGULATION AND HEMODYNAMIC INDICES IN STUDENTS AFTER A PERIOD OF DISTANCE LEARNING IN THE COVID-19 PANDEMIC

М.А. Popova, А.Е. Shcherbakova, А.С. Lakomkina, N.I. Lozhkina-Gametskaya
Surgut State Pedagogical University, Surgut, Russia

Annotation. The article presents the results of a study of autonomic regulation and cardiovascular responses in students after a period of distance learning during the COVID-19 pandemic. 44 boys and 37 girls of the Surgut State Pedagogical University were examined. The functional state (FS) of the autonomic nervous system (ANS) was assessed considering the results of an electrocardiogram (ECG) recording with an active orthostatic test (AOT). The indicators of the current functional state (CFS), adaptive reserves (AR) and the physiological function level (PFL) were analyzed. We have also measured peripheral blood pressure (BP) – systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP); central systolic blood pressure (cSBP); heart rate (HR). Boys, compared with girls, had higher values of SBP ($p=0.0000$), DBP ($p=0.0540$) and cSBP ($p=0.0000$) in the group. High normal blood pressure (HNAP) was identified in 27.3% and 8.1% of boys and girls, respectively; arterial hypertension (AH) – in 13.6% and 2.7% of boys and girls, respectively. An increase in cSBP in the aorta above the maximum age-gender values was detected in all cases with HNAP and AH in both groups. A shift in the autonomic balance towards sympathicotonia during the AOT was found in both groups. Significant gender differences were found only during

background recording: LF, n.u. ($p=0.0028$), HF, n.u. ($p=0.0028$) and LF/HF ($p=0.0028$), which indicates a more pronounced sympathicotonia in boys compared to girls. In boys, the indicators of FS of the ANS according to HRV were significantly reduced: CFS – in 4.55%, AR – in 9.09%, PFL – in 9.09%. Psychosocial stress and adaptation to the transition to distance learning in the context of the COVID-19 pandemic among students had a greater impact on boys.

Keywords: heart rate variability, hemodynamics, students, COVID-19.

Введение. В начале весны 2020 года Всемирная организация здравоохранения официально объявила о начале пандемии в связи с распространением новой коронавирусной инфекции COVID-19. Многие страны, в том числе Россия, приняли решение ввести режим вынужденной социальной изоляции. В связи со сложившимися обстоятельствами система образования полностью перешла на дистанционный формат работы.

Многочисленными исследованиями установлено, что учебная деятельность студентов в вузе сопровождается существенными изменениями функционального состояния организма, значительным напряжением регуляторных систем, в первую очередь – вегетативной. При длительном, либо чрезмерном действии стресса могут проявляться временное рассогласование функций, снижение адаптационных возможностей, возникать дисфункциональные расстройства, психосоматические заболевания [1-5].

Известно, что в стрессовой ситуации отмечается четко выраженное изменение вегетативного статуса студентов, обусловленное активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы. Проведенные исследования показали, что стрессовая ситуация приводит к перестройке сердечно-сосудистой системы и кардиоритма [6-10].

В последний год проведено большое количество научных исследований, которые указывают на развитие таких неблагоприятных психических состояний, как тревога, депрессия, расстройства адаптации при дистанционном обучении в период вынужденной самоизоляции [11-12]. Однако нет уточненных данных о функциональном состоянии вегетативной нервной системы (ФС ВНС) по параметрам сердечной деятельности и гемодинамических

изменениях у студентов после периода дистанционного обучения при пандемии COVID-19.

Морозовой М.П. с соавторами установлена связь вегетативной организации функций в организме с личностными особенностями, что может быть полезно для подбора эффективных способов как физиологической, так и психологической коррекции состояний человека в условиях стресса [13]. Таким образом, цель работы – оценка и анализ изменений интегративных показателей функционирования вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем у студентов после периода дистанционного обучения при пандемии COVID-19, выявление групп риска с функциональными нарушениями.

Методы и организация исследования. В феврале-марте 2021 учебного года после завершения дистанционного обучения обследован 81 студент Сургутского государственного педагогического университета: 44 юноши (средний возраст – $20,86 \pm 0,07$) и 37 девушек (средний возраст – $20,92 \pm 0,15$ лет).

Представленная работа является продолжением исследований Поповой М.А. с соавторами [14-16] по изучению личностных и психофизиологических особенностей, показателей гемодинамики и ФС ВНС у студентов до и после периода дистанционного обучения при пандемии COVID-19.

С помощью аппарата A-PULSE-CASPal (HealthSTATS, Singapore) у студентов трехкратно измеряли систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), центральное систолическое артериальное давление (цСАД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС)

(с соблюдением условий протокола: исключение физической нагрузки, курения и

приема кофеиносодержащих напитков не менее, чем за два часа до исследования) в сопоставимых группах студентов мужского и женского пола, также учитывали частоту оптимального АД (САД < 120 мм рт. ст., ДАД < 80 мм рт. ст.), нормального артериального давления (АД) (САД – 120-129 мм рт. ст., ДАД – 80-84 мм рт. ст.), высокого нормального артериального давления (ВНАД) (САД – 130-139 мм рт. ст., ДАД – 84-89 мм рт. ст.) и артериальной гипертензии (АГ) (САД > 140 мм рт. ст., ДАД > 90 мм рт. ст.) согласно принятой классификации уровней АД. Повышение цСАД регистрировали при превышении полученных показателей максимальных возрастно-половых референсных значений по номограмме цСАД. Показатели САД и АД оценивали согласно принятым европейским и национальным рекомендациям [17-18].

Запись вариабельности сердечного ритма (ВРС) проводили по международным стандартам и российским рекомендациям: лежа в состоянии покоя – фоновая (5 мин), в положении стоя (с учетом переходного периода) – ортостатическая проба (6 мин) [19-20].

До начала записи ВРС все обследованные находились в покое 5-10 минут. Условия проведения: за 1,5-2 часа после еды, физической и/или эмоциональной нагрузки. Критерии исключения: хронические заболевания, прием лекарственных препаратов и психоактивных веществ. В момент исследования были созданы условия эмоционального покоя.

Интерпретировали показатели временного анализа ВРС:

- Средняя длительность RR интервалов – RRNN, мс.

- Стандартное отклонение величин нормальных RR интервалов – SDNN.

- Квадратный корень из суммы квадратов разностей между последовательными RR интервалами – RMSSD. Значение этого показателя определяется влиянием парасимпатического звена вегетативной регуляции.

- Процент последовательных NN интервалов, различие между которыми превышает 50 мс – pNN50.

Структуру волновых колебаний ритма сердца оценивали по показателям:

- TP – общая мощность спектра колебаний кардиоритма в диапазоне 0,003 до 0,4 Гц. Отражает суммарную активность вегетативного воздействия на кардиоритм.

- HF – часть спектра в диапазоне высоких частот (0,15-0,40 Гц). Она связана с дыхательными движениями и отражает вагусный контроль сердечного ритма.

- LF – это часть спектра в диапазоне низких частот (0,04-0,15 Гц). Колебания ритма сердца в этом диапазоне вызваны барорефлекторными влияниями, влияющие на АД через изменение тонуса симпатического отдела ВНС.

- VLF – часть спектра в диапазоне очень низких частот (0,003 до 0,04 Гц); LF/HF – симпато-парасимпатический баланс.

Реактивность ВНС по данным активной ортостатической пробы (АОП) оценивали по динамике коэффициента 30:15 (К 30:15).

Оценку общего ФС организма человека по параметрам сердечной деятельности осуществили по показателям: текущего функционального состояния (ТФС) – анализа показателей ВРС в состоянии покоя (учитываются: средняя ЧСС в состоянии покоя, абсолютные значения общей мощности спектра (TP), мощности спектра в диапазонах HF, LF, относительное значение (в % от общей мощности) мощности спектра в диапазоне VLF и LF/HF); адаптационных резервов (AP) – реактивности регуляторных механизмов на ортостатическую пробу (учитываются: изменение ЧСС по сравнению с состоянием покоя, изменение соотношения LF/HF по сравнению с состоянием покоя и величина коэффициента 30/15); уровня функционирования физиологической системы (УФФС) – интегрального показателя, учитывающего оба компонента регуляторной активности человека (сумма значений ТФС и AP).

Запись и анализ показателей ВРС выполняли на электрокардиографе «Поли-Спектр-8/EX» (Нейрософт, Россия).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета программ Statistica 13.0. Рассчитывали медиану (Me) и квартили [Q25, Q75]. Для оценки различий между двумя независимыми выборками использовали U-критерий Манна-Уитни. Оценка различий одноименных показателей между фоном и АОП осуществляли по критерию Вилкоксона. При анализе качественных показателей – критерий χ^2 -квадрат. Значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Показатели гемодинамики студентов после периода дистанционного обучения

при пандемии COVID-19 представлены в таблице 1. Медианы САД, ДАД и цСАД имели статистически значимые отличия и были достоверно больше в группе юношей.

Оптимальное АД отмечено в 27,3% (n=12) и 70,3% (n=26) (p=0,020), нормальное АД – в 30,4% (n=14) и 21,1% (n=8) (p=0,434), ВНАД – в 27,3% (n=12) и 8,1% (n=3) (p=0,063), АГ 1-й степени – в 13,6% (n=6) и 2,7% (n=1) (p=0,107) юношей и девушек соответственно.

При нормальном АД цСАД было повышено у 3 из 8 девушек, при ВНАД – у 10 из 12 юношей и у 3 девушек из 3. При АГ цСАД в аорте выше максимальных референсных значений выявлено во всех случаях: 6 юношей и 1 девушка.

Таблица 1

Показатели гемодинамики у студентов (n=81) после дистанционного обучения в период пандемии COVID-19, Me [Q25, Q75]

Переменная	Девушки n=37	Юноши n=44	U-критерий Манна-Уитни
САД, мм рт. ст.	110.00 [107.00; 122.00]	125.50 [119.00; 136.00]	p=0,0000
ДАД, мм рт. ст.	70.00 [67.00; 75.00]	74.00 [70.00; 80.00]	p=0,0540
цСАД, мм рт. ст.	108.00 [100.00; 116.00]	120,50[115.00; 128.00]	p=0,0000
ЧСС, мм рт. ст.	78.00 [66.00; 84.00]	72.00 [63.00; 81.00]	p=0,0607

Таблица 2

Временной анализ ВРС в покое (фон) и при АОП у студентов (n=81) после дистанционного обучения в период пандемии COVID-19, Me [Q25, Q75]

Переменная	Юноши n=44	Девушки n=37	p ₁
RRNN, мс (фон)	925.00 [826.00; 970.00]	904.00 [781.00; 953.00]	p=0,4103
RRNN, мс(АОП)	641.00 [592.00; 712.00]	633.00 [590.00; 693.00]	p=0,7711
p ₂	p=0,0000	p=0,0000	
SDNN, мс (фон)	59.00 [45.00; 82.00]	57.00 [47.00; 70.00]	p=0,8544
SDNN, мс (АОП)	42.00 [33.00; 54.00]	44.00 [36.00; 52.00]	p=0,4518
p ₂	p=0,0000	p=0,0000	
RMSSD, мс (фон)	49.00 [34.00; 77.00]	59.00 [44.00; 79.00]	p=0,1259
RMSSD, мс (АОП)	18.00 [12.00; 26.00]	21.00 [15.00; 26.00]	p=0,2424
p ₂	p=0,0000	p=0,0000	
pNN50, % (фон)	29.30 [11.90; 50.00]	39.80 [17.50; 59.90]	p=0,1459
pNN50, % (АОП)	1.50 [0.60; 4.60]	2.50 [0.80; 5.60]	p=0,2784
p ₂	p=0,0000	p=0,0000	

Примечание: АОП – активная ортостатическая проба; p_1 – статистически значимые различия показателей между девушками и юношами по U-критерию Манна-Уитни; p_2 – различия одноименных показателей между фоном и АОП по критерию Вилкоксона

Таблица 3

Спектральный анализ ВРС в покое (фон) и при АОП у студентов (n=81) после дистанционного обучения в период пандемии COVID-19, Me [Q25, Q75]

Переменная	Юноши n=44	Девушки n=37	p_1
TP, мс ² (фон)	3404.00 [1909.00; 6548.00]	3270.00 [2095.00; 5053.00]	$p=0,9216$
TP, мс ² (АОП)	1799.00 [1097.00; 2621.00]	2011.00 [1358.00; 1570.00]	$p=0,5193$
p_2	$p=0,0008$	$p=0,0000$	
VLF, мс ² (фон)	1049.00 [678.00; 1915.00]	931.00 [635.00; 953.00]	$p=0,4103$
VLF, мс ² (АОП)	770.00 [399.00; 906.00]	742.00 [521.00; 1165.00]	$p=0,7304$
p_2	$p=0,0328$	$p=0,3487$	
LF, мс ² (фон)	884.00 [488.00; 1614.00]	704.00 [488.00; 1162.00]	$p=0,1627$
LF, мс ² (АОП)	906.00 [456.00; 1340.00]	899.00 [578.00; 1232.00]	$p=0,8685$
p_2	$p=0,5419$	$p=0,7548$	
HF, мс ² (фон)	884.00 [519.00; 1902.00]	1335.00 [774.00; 2952.00]	$p=0,0908$
HF, мс ² (АОП)	172.00 [83.00; 367.00]	244.00 [100.00; 380.00]	$p=0,4712$
p_2	$p=0,0000$	$p=0,0000$	
LF, н.у. (фон)	52.60 [32.20; 64.70]	41.00 [22.80; 48.80]	$p=0,0028$
LF, н.у. (АОП)	84.20 [73.50; 88.90]	80.70 [68.90; 88.20]	$p=0,1853$
p_2	$p=0,0000$	$p=0,0000$	
HF, н.у. (фон)	47.40 [35.30; 67.80]	59.00 [51.20; 77.20]	$p=0,0028$
HF, н.у. (АОП)	15.80 [11.10; 26.50]	19.30 [11.80; 31.10]	$p=0,1853$
p_2	$p=0,0000$	$p=0,0000$	
LF/HF (фон)	1.11[0.47; 1.83]	0.69 [0.30; 0.95]	$p=0,0028$
LF/HF(АОП)	5.32[2.77; 8.02]	4.18 [2.22; 7.49]	$p=0,1853$
p_2	$p=0,0000$	$p=0,0000$	
K 30:15	1.38[1.22; 1.54]	1.38 [1.29; 1.52]	$p=0,8404$

Примечание: АОП – активная ортостатическая проба; p_1 – статистически значимые различия показателей между девушками и юношами по U-критерию Манна-Уитни; p_2 – различия одноименных показателей между фоном и АОП по критерию Вилкоксона

Показатели временного и спектрального анализа ВРС при фоновой записи и АОП у студентов представлены в таблицах 2-3. По результатам временного и спектрального анализа ВРС установлено смещение вегетативного баланса в сторону симпатикотонии при выполнении АОП в обеих группах. Статистически значимые

отличия по полу установлены при фоновой записи по показателям LF ($p=0,0028$), HF ($p=0,0028$) и LF/HF ($p=0,0028$). Это указывает на более выраженную симпатикотонию в покое у юношей по сравнению с девушками.

При активации вагуса происходит увеличение общей мощности спектра, при

симпатической активации – снижение. Установлено наличие хорошо выраженных волн сердечного ритма во всех трех диапазонах частот. При выполнении АОП ТР имел статистически значимое снижение у юношей и девушек. Достоверно увеличился вклад LF в структуру спектральной мощности.

Анализируя симпатические (LF, п.у.) и парасимпатические (HF, п.у.) влияния на ритм сердца в покое, видно, что у юношей по сравнению с девушками медиана сдвинута в сторону HF-компонента ($p=0,0028$), что может рассматриваться как ваготония покоя.

Структура спектра ВРС при фоновой записи составила: HF – 34,6%, LF – 29,9%, VLF – 35,5% у юношей и HF – 44,3%, LF – 24,8%, VLF – 30,9% у девушек. Во время выполнения АОП парасимпатический компонент спектра (HF) снизился до 11,3% ($p=0,0036$) у юношей и 13,5% ($p=0,0025$) у девушек за счет увеличения симпатического влияния: LF и VLF компонентов соответственно –

49,1% ($p=0,1183$) и 39,6% ($p=0,7367$) у юношей, 45,8% ($p=0,0720$) и 40,7% ($p=0,4004$) у девушек.

Качественный анализ показателей функционального состояния организма по данным ВРС студентов представлен на рисунке.

Хорошее и удовлетворительное ТФС было у большинства обследованных студентов. Сниженное ТФС отмечено у 13,64% ($n=6$) юношей и 5,41% ($n=2$) девушек. В группе студентов-юношей у 2 человек (4,55%) ТФС было значительно снижено. При оценке реактивности регуляторных механизмов на ортостатическую пробу установлено, что значительная часть студентов имели сниженные (29,5% ($n=13$) и 43,24% ($n=16$) у юношей и девушек соответственно) адаптационные резервы. Среди юношей у 9,09% ($n=4$) АР были резко снижены. Интегральный показатель регуляторной деятельности в покое и при нагрузке – УФФС – был снижен у 9,09% ($n=4$) юношей.

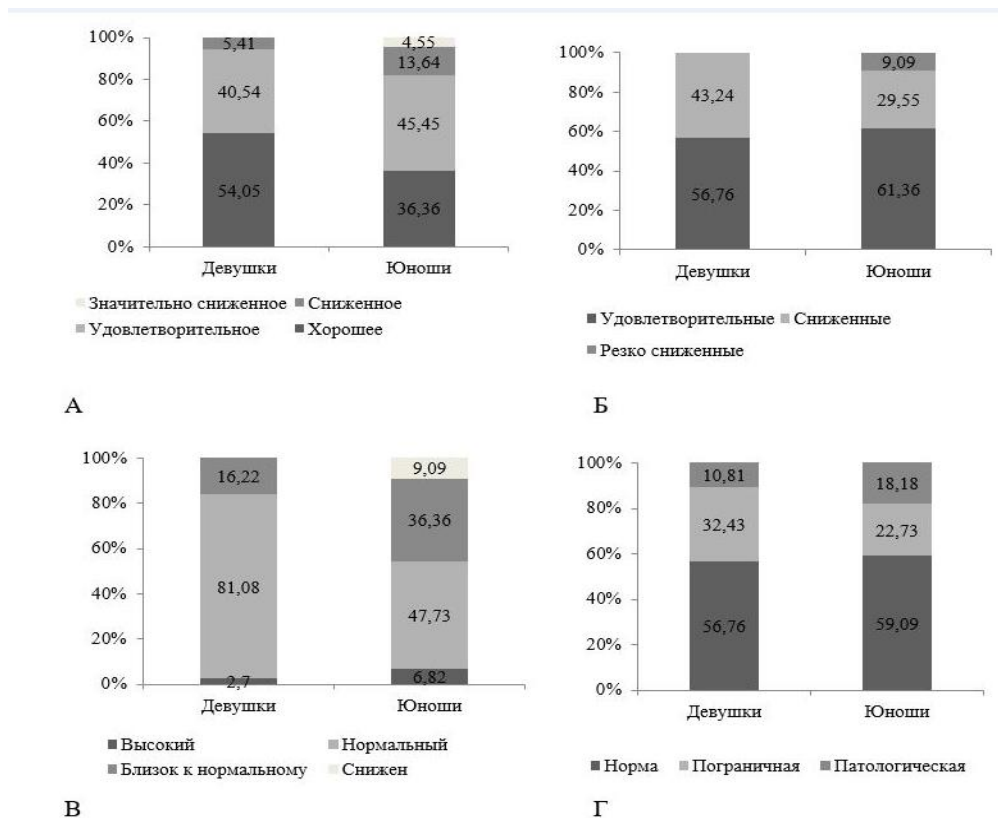


Рис. Частота встречаемости вариаций функционального состояния ВНС по данным ВРС, %

Примечание: А – ТФС; Б – АР; В – УФФС; Г – типы реакций на АОП по К30:15

При анализе переходного периода (из положения лежа в положение стоя) большое значение имеет коэффициент К30:15. Медианы К30:15 в обеих группах соответствовали норме ($>1,35$) (табл. 2). Однако пограничная реакция на АОП регистрировалась у юношей – 22,73% (n=21) и у девушек – 32,43% (n=26) (p=0,9133), патологическая – 18,18% (n=10) и 10,81% (n=12) (p=0,4602) у юношей и девушек соответственно. Низкий К30:15 ($<1,2$) указывает на сниженную парасимпатическую реактивность и недостаточность возвращающих к норме механизмов.

Заключение. У юношей, по сравнению с девушками, были выше значения САД (p=0,0000), ДАД (p=0,0540) и цСАД (p=0,0000) в группе. Высокое нормальное артериальное давление (ВНАД) установлено у 27,3% и 8,1% юношей и девушек соответственно; АГ – у 13,6% и 2,7% юношей и девушек соответственно. Повышение цСАД в аорте выше максимальных половозрастных значений выявлено во всех случаях при ВНАД и АГ в обеих группах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональное состояние студентов в условиях самоизоляции / Сысоева Е.Ю., Стадник Е.Г., Сими́на Т.Е. [и др.] // Ученые записки университета Лесгафта. – 2020. – № 7. – С. 378. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnoe-sostoyanie-studentov-v-usloviyah-samoizolyatsii> (дата обращения 27.05.2021).
2. Чуринов, А. А. Исследование функционального состояния физиологических систем при дистанционном обучении по физической культуре в вузе / А. А. Чуринов // E-Scio. – 2020. – № 5. – С. 536.
3. Базанов, А. Н. Мониторинг здоровья студентов в период вынужденной самоизоляции // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 6. – С. 75.
4. Сатаркулова, А. М. Функциональное состояние и адаптационный потенциал у иностранных студентов с различным типом вегетативной регуляции в процессе обучения / А. М. Сатаркулова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 118.

Смещение вегетативного баланса в сторону симпатикотонии при выполнении АОП установлено в обеих группах. Значимые различия по полу установлены только во время фоновой записи: LF, п.у. (p=0,0028), HF, п.у. (p=0,0028) и LF/HF (p=0,0028), что указывает на более выраженную симпатикотонию у юношей по сравнению с девушками.

У юношей значительно снижены показатели ФС ВНС по данным ВРС: ТФС – у 4,55%, АР – у 9,09%, УФФС – у 9,09%.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме "Эффективное управление процессами сохранения физического и психического здоровья коренных и некоренных жителей стратегически значимого северного региона на этапах образовательного процесса и в социальной сфере". Приказ департамента образования и молодежной политики ХМАО-Югры 10-П-1451 от 27.10.2021 г.

5. К вопросу о мониторинге состояния здоровья студентов вузов / Ахмадуллина Х. М., Ахмадуллин У. З., Мочалкин П. А. [и др.] // Modern science. – 2021. – № 6. – С.28.
6. Спицин, А. П. Комплексная оценка сердечно-сосудистой системы студентов младших курсов во время сдачи экзаменов / А. П. Спицин, И. С. Княжев, О. В. Резцов // Вятский медицинский вестник. – 2020. – № 4. – С. 33.
7. Беляева, В. А. Предэкзаменационный стресс как фактор риска нарушений функций сердечно-сосудистой системы у студентов с разным метаболическим статусом / В. А. Беляева // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 4. – С. 147.
8. Степанова, Г. К. Вегетативная регуляция сердечного ритма у студентов-якутов с различным психофизиологическим статусом / Г. К. Степанова, М. В. Устинова // Экология человека. – 2020. – № 10. – С. 10.
9. The Effect of Call Shifts on Heart Rate Variability Metrics Among Anesthesiology Resident Physicians: A Pilot Trial / Chang A., Gatling J.,

Chang M., [et al] // *J. Clin. Anesth.* –2020. – Vol. 63. – Art. № 109693.

10. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis / Zuin M., Rigatelli Dzh., Zuliani Dzh. [et al] // *J Infect.* – 2020. – № 81(1). – pp. e84-e86.

11. Гуменюк, Л. Н. Структура тревожно-депрессивных переживаний, ассоциированных с распространением COVID-19 у студентов-медиков: данные онлайн-опроса / Л. Н. Гуменюк, О. Р. Кривошапко // *TheScientificHeritage.* – 2021. – № 60. – С. 12.

12. Харламова, Т. М. Специфика психического состояния и копинг-стратегий студентов при дистанционном обучении в условиях пандемии COVID-19 / Т. М. Харламова // *Вестник ПГГПУ. Психологические и педагогические науки.* – 2020. – №1. – С. 26.

13. Связь вегетативного тонуса девушек и юношей с их психологическим профилем личности / Морозова М. П., Евсеев А. М., Прохорова А. В. [и др.] // *Физиология человека.* – 2020. – Т. 46. – № 5. – С. 15.

14. Щербакова, А. Э. Психофизиологические показатели у студентов с различным личностным адаптационным потенциалом в условиях вынужденной самоизоляции / А. Э. Щербакова, М. А. Попова, Э. Р. Рамеева // *Вестник психофизиологии.* – 2020. – № 4. – С. 95.

15. Попова, М. А. Психологическое состояние педагогов северного вуза до и после периода дистанционной работы в первую волну COVID-19 / М. А. Попова, В. В. Чистова, А. Э. Щербакова // *Вестник психофизиологии.* – 2021. – № 4. – С. 91-98. DOI 10.34985/t5208-2846-2460-w.

16. Психологическое состояние и качество жизни студентов северного вуза во время и после периода дистанционного обучения в первую волну COVID-19 / М.А. Попова, А.Э. Щербакова, А.С. Лакомкина, В.В. Чистова // *Вестник психофизиологии.* – 2022. – Том 2. – № 1. – С. 57-65. DOI: 10.34985/h3721-4674-8529-s

17. The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans / Wilkinson I. B., MacCallum H., Flint L. [et al] // *J. Physiology.* – 2000. – № 525. – pp. 263-270.

18. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension / Williams B., Mancia G., Spiering W. [et al] // *Eur Heart J.* – 2018. – №. 39(33) – pp. 3021-3104. DOI: doi/10.1093/eurheartj/ehy339

19. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use

/ Marek M., Bigger J.T., Camm A.J. [et al] // *Circulation.* – 1996. – № 3. – Vol. 17. – P. 354

20. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца (новый взгляд на старую парадигму) / В. М. Михайлов. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2017. – 516 с.

REFERENCES

1. Sysoeva E.Yu., Stadnik E.G., Simina T.E., Tatarova S.Yu., Kulgachev E.I. The functional state of students in conditions of self-isolation. *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*, 2020, no. 7, p. 378. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnoe-sostoyanie-studentov-v-usloviyah-samoizolyatsii> (Accessed 27.05.2021) (In Russ.)

2. Churinov A.A. Investigation of the functional state of physiological systems in physical culture distance learning at a university. *E-Scio*, 2020, no. 5, p. 536. (In Russ.)

3. Bazanov A.N. Monitoring the students' health during forced self-isolation. *International Journal of the Humanities and Natural Sciences*, 2020, no. 6, p. 75. (In Russ.)

4. Satarkulova A.M. Functional status and adaptive potential in foreign students with different types of vegetative regulation during tuition. *Ulyanovsk Medico-Biological Journal*, 2020, no. 1, p. 118. (In Russ.)

5. Akhmadullina Kh.M., Akhmadullin U.Z., Mochalkin P.A., Bojko O.V., Badretdinova D.I. On the issue of monitoring the health status of university students. *Modern science*, 2021, no. 6, p. 28. (In Russ.)

6. Spitsin A.P., Knyazhev I.S., Reztsov O.V. Comprehensive assessment of junior students' cardiovascular system in the course of examination session. *Medical Newsletter of Vyatka*, 2020, no. 4, p. 33. (In Russ.)

7. Belyaeva V.A. Stress before exams as a risk factor causing functional disorders in the cardiovascular system in students with different metabolic status. *Health Risk Analysis*, 2020, no. 4, p. 147. (In Russ.)

8. Stepanova G.K., Ustinova M.V. Autonomic regulation of heart rate in the Yakut students with different psychophysiological status. *Human Ecology*, 2020, no. 10, p. 10. (In Russ.)

9. Chang A., Gatling J., Chang M., Austin B., Pugh J., Alschuler M., Steely C., Escarza B., Ramsingh D. The Effect of Call Shifts on Heart Rate Variability Metrics Among Anesthesiology Resident Physicians: A Pilot Trial. *J. Clin. Anesth*, 2020, vol. 63, art. no. 109693.

10. Zuin M., Rigatelli J., Zuliani J., Rigatelli A., Mazza A., Ronkon L. Arterial hypertension and risk of death in patients with COVID-19 infection: Systematic review and meta-analysis. *J Infect*, 2020, no. 81(1), pp. e84-e86.
11. Gumenyuk L.N., Krivoschapko O.R. Structure of anxiety-depressive experiences associated with the prevalence of COVID-19 in medical students: online survey data. *The Scientific Heritage*, 2021, no. 60, p. 12. (In Russ.)
12. Kharlamova T.M. Specificity of the mental state and coping strategies of students during the period of remote learning in the context of the COVID-19 pandemic. *Bulletin of PSGPU. Psychological and pedagogical sciences*, 2020, no. 1, p. 26. (In Russ.)
13. Morozova M.P., Evseev A.M., Prokhorova A.V., Mironova O.G., Banzelyuk E.N., Gavrilova S.A. Autonomic tone of girls and boys is associated with their psychological personality profile. *Human Physiology*, 2020, vol. 46, no. 5, p.15. (In Russ.)
14. Shcherbakova A.E., Popova M.A., Rameeva E.R. Psychophysiological indicators of students with different personal adaptive potential in conditions of lock-down regime. *Psychophysiology news*, 2020, no. 4, p. 95. (In Russ.)
15. Popova M.A., Chistova V.V., Shcherbakova A.E. Psychological state of northern university teachers before and after the remote work period in the first wave of COVID-19. *Psychophysiology news*, 2021, no 4, pp. 91-98. DOI: 10.34985/t5208-2846-2460-w (In Russ.)
16. Popova M.A., Shcherbakov A.E., Lakomkin A.S., Chistova V.V. Psychological state and quality of life of northern university students during and after the distance learning period in the first wave of COVID-19. *Psychophysiology news*, 2022, vol. 2, no. 1, pp. 57-65. DOI: 10.34985/h3721-4674-8529-s (In Russ.)
17. Wilkinson I.B, MacCallum H., Flint L. et al. The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans *J. Physiology*, 2000, no. 525, pp. 263-270.
18. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*, 2018, no. 39(33), pp. 3021-3104. DOI: doi/10.1093/eurheartj/ehy339.
19. Marek M., Bigger J.T., Camm A.J. et al. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*, 1996, no. 3, vol. 17, p. 354.
20. Mikhajlov V.M. Heart rate variability (a new look at the old paradigm). Ivanovo: Neurosoft LLC, 2017. 516 p. (In Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Марина Алексеевна Попова – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: m_a_popova@mail.ru.

Александра Эдуардовна Щербакова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: la_lune-4@bk.ru.

Анастасия Сергеевна Лакомкина – младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: lakomkina-97@mail.ru.

Наталья Ивановна Ложкина-Гамецкая – кандидат биологических наук, доцент кафедры медико-биологических дисциплин и безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного педагогического университета, Сургут, e-mail: nata-abatsk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Marina Alekseevna Popova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, Surgut, e-mail: m_a_popova@mail.ru.

Aleksandra Eduardovna Shcherbakova –Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, e-mail: la_lune-4@bk.ru.

Anastasia Sergeevna Lakomkina – Junior Researcher of the Scientific and Research Laboratory “Healthy lifestyle and Healthcare”, Surgut State Pedagogical University, e-mail: lakomkina-97@mail.ru.

Natal'ya Ivanovna Lozhkina-Gametskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines and Life Safety, Surgut State Pedagogical University, e-mail: nata-abatsk@mail.ru.

Для цитирования: Вегетативная регуляция и гемодинамические показатели у студентов после периода дистанционного обучения при пандемии COVID-19 / М.А. Попова, А.Э. Щербакова, А.С. Лакомкина, Н.И. Ложкина-Гамецкая // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_23

For citation: Popova M.A., Shcherbakova A.E., Lakomkina A.S., Lozhkina-Gametskaya N.I. Autonomic regulation and hemodynamic indices in students after a period of distance learning in the COVID-19 pandemic. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_23

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_24
УДК 612.2

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_24
UDC 612.2

ВЛИЯНИЕ ТАБАКОКУРЕНИЯ НА СИСТЕМУ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ ЮНОШЕЙ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

В.Н. Пушкина¹, Е.А. Клокотова²

¹Московский государственный университет спорта и туризма, г. Москва, Россия

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

Аннотация. Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания было проведено у практически здоровых молодых людей, родившихся и проживающих в условиях северного региона. Выполненная оценка влияния курительного табака на функциональное состояние системы внешнего дыхания указывает, что у лиц, имеющих никотиновую зависимость, наблюдается увеличение резервного объема выдоха и дыхательного объема при низких величинах жизненной емкости легких. Данные изменения в структуре дыхательного акта могут указывать на компенсационные процессы, вызывающие запуск резервных механизмов системы внешнего дыхания, способствующих нивелиации негативного влияния табачного дыма. Такая репарация может иметь отложенные негативные влияния на кардиореспираторную систему респондентов, употребляющих курительный табак.

Ключевые слова: внешнее дыхание, спирография, жизненная емкость легких, курительный табак.

INFLUENCE OF SMOKING ON THE EXTERNAL RESPIRATORY SYSTEM OF YOUNG MEN FROM THE NORTHERN REGION

V.N. Pushkina¹, E.A. Klokotova²

¹Moscow State University of Sport and Tourism, Moscow, Russia

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Annotation. The study of the external respiration system's functional state was carried out in practically healthy young people born and living in the conditions of the northern region. The assessment of the effect of smoking on the functional state of the external respiratory system indicates that there is an increase in the reserve volume of exhalation and respiratory volume at low values of the lung vital capacity in people with nicotine addiction. These changes in the structure of the respiratory act may indicate compensatory processes that trigger the launch of the external respiration system's reserve mechanisms, contributing to the leveling of the negative effects of tobacco smoke. Such a repair may have delayed negative effects on the cardiorespiratory system of respondents who smoke.

Keywords: external respiration, spirometry, lung vital capacity, smoking tobacco.

Введение. В настоящее время известно, что курение является одной из распространенных вредных привычек. Несмотря на наличие значительного количества информации о негативном влиянии табачной интоксикации на систему внешнего дыхания, Россия занимает лидирующие позиции в мире по числу курильщиков-мужчин [1]. Согласно данным по различным регионам России, никотиновой зависимостью страдают от 52 до 82% лиц мужского пола [2]. Среди студенческой молодежи фиксируется

до 40% юношей, увлекающихся табакокурением [3]. Наблюдается и увеличение школьников, имеющих данную вредную привычку [4-5].

Известно, что в составе табачного дыма выявлено более 4000 химических соединений, из которых не менее 250 являются опасными для здоровья и более 50 обладают мутагенными свойствами. Такой негативный спектр дает возможность табачному дыму оказывать отравляющее действие на все системы организма человека [6-7].

Особенно при табакокурении страдает система внешнего дыхания, в силу своего функционального расположения, она первая принимает на себя никотиновую атаку. Так, оценка распространенности факторов риска развития хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) указывает, что уже в возрасте 18-39 лет фиксируется ее наличие у 64% добровольцев, причем курение на момент обследования зафиксировано у 59% респондентов [8].

Кроме поведенческих факторов риска, на состояние системы внешнего дыхания человека влияют внешние условия, в том числе условия проживания [9]. Лидирующие позиции по заболеваниям дыхательной системы, которые фиксируются у жителей Европейского Севера России, могут провоцироваться как экстремальными условиями проживания, так и вредными привычками [10-11]. Но, несомненно, сочетанное влияние негативных внешних факторов и вредных привычек усугубляет риски и последствия для системы внешнего дыхания [12-13].

Цель работы: оценить влияние курительного табака на функциональное состояние системы внешнего дыхания у юношей, жителей северного региона.

Методы и организация исследования. Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания было проведено у практически здоровых молодых людей трудоспособного возраста, родившихся и проживающих в условиях северного региона (г. Архангельск, Архангельская область) и являвшихся на момент обследования студентами высшего учебного заведения. Исследование проводилось в первой половине дня, через 1,5-2 часа после приема пищи, после 15-минутного отдыха в условиях относительного покоя. На момент обследования все студенты были здоровы, относились к основной медицинской группе здоровья, не имели хронических заболеваний. Всего в эксперименте принимали участие 50 юношей в возрасте $19,2 \pm 0,2$ лет. Молодые люди были распределены на 2 группы:

1) юноши, употребляющие курительный табак ($n=24$);

2) юноши, не употребляющие курительный табак ($n=26$).

Для оценки степени никотиновой зависимости молодые люди, употребляющие курительный табак, заполняли тест Фагерстрема [14].

Для оценки функции внешнего дыхания использован спирометр «Спиро Спектр» (ССП ТУ64-1-2267-77) марки Нейрософт. В программном обеспечении компьютера заложены значения европейских должных величин, принятых условно за 100%, по отношению к которым рассчитывался процент отклонения. До начала исследования проводилось измерение антропометрических показателей – длины тела (ДТ, см) и массы тела (МТ, кг). Длину тела измеряли с использованием ростомера (с точностью до 0,1 см), массу тела измеряли с использованием электронных медицинских весов (с точностью до 0,5 кг). Антропометрические показатели необходимы для расчета должных величин. Определялись и сравнивались следующие показатели: ЖЕЛ – жизненная емкость легких, л; РОвд – резервный объем вдоха, л; РОвыд – резервный объем выдоха, л; ДО – дыхательный объем, л. Исследование проводили в зимний период года (декабрь – февраль).

Результаты обрабатывались при помощи пакета программ STATISTICA 11.0. Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась при помощи теста Шапиро-Уилка ($n \leq 50$). Было определено, что параметры не подчиняются закону нормального распределения. Статистически значимые различия между показателями определяли с помощью критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Уровень значимости принимался $p < 0,05 - 0,001$. Расчетные данные представлены в виде медианы (Me), первого (Q1) и третьего (Q3) квартиля.

Результаты исследования и их обсуждение. Контроль за состоянием здоровья современного поколения является одной из важнейших государственных задач, от

решения которой зависит будущее нашей страны, в том числе и ее демографический потенциал. Табакокурение является серьезной медико-социальной проблемой, тем более, что наблюдается увеличение никотиновой зависимости у молодых людей в юношеской возрастной группе [15]. Согласно диагностическим критериям для научных исследований (ICD-10), предложенных Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), никотин нельзя отнести к группе «тяжелых» наркотических веществ. Но известно, что данный продукт относится к группе веществ, вызывающих зависимость [7]. Оценка степени никотиновой зависимости у молодых людей, являющихся участниками нашего исследования, подтверждает данное положение. Анализ результатов теста Фагерстрема указывает, что юноши имели степень никотиновой зависимости, интерпретируемую как «слабая». Следовательно, у курящих студентов уже в возрасте 19 лет наблюдается психологическая зависимость от никотина. Вместе с тем, в ряде исследований показано, что курение, особенно усугубленное приемом

алкоголя, повышает риск суицида [12, 16]. Следовательно, внешний позитивный эффект от потребления табака имеет скрытые негативные последствия для психического состояния.

Увлечение табакокурением не только способствует формированию психологической зависимости, но и оказывает крайне негативное влияние на физическое состояние человека, создавая дополнительную нагрузку на организм, особенно в экстремальных условиях проживания [17]. Так, в регионах Европейского Севера респираторная система, кроме обеспечения функции дыхания и окислительно-восстановительных процессов, имеет добавочную нагрузку в связи с вдыханием холодного воздуха и его последующего согревания [10].

Исследование функции внешнего дыхания у молодых людей, жителей высоких широт, указывает на снижение практически всех объемных и емкостных характеристик относительно нормированных показателей ($p < 0,001$) (табл.), тогда как различия в величинах ЖЕЛ у курящих и некурящих юношей не зафиксировано.

Таблица

Величины объемно-емкостных показателей у юношей северного региона

Показатели	Величины	Группа I (n=24)	Группа II (n=26)
ЖЕЛ, л	фактическая	3,87 (3,60; 4,31)	3,80 (3,52; 3,98)
	должная	5,69 (5,27; 5,94)***	5,75 (5,30; 5,88)***
Ровд, л	фактическая	1,54 (1,15; 2,02)	1,73 (1,63; 2,05)
	должная	1,88 (1,74; 1,96)*	1,90 (1,75; 1,94)*
Ровыд, л	фактическая	1,34 (1,03; 1,56)	1,25 (0,99; 1,30)
	должная	1,42 (1,32; 1,49)*	1,44 (1,33; 1,47)*
ДО, л	фактическая	0,99 (0,76; 1,60)**	0,81 (0,67; 1,36)
	должная	0,85 (0,79; 0,89)	0,86 (0,80; 0,88)*

Примечание: достоверность показана между значениями фактических и должных величин. Здесь и далее: *** – $p < 0,001$; ** – $p < 0,01$; * – $p < 0,05$

Известно, что условия Европейского Севера характеризуются повышенными метаболическими потребностями, а показатель ЖЕЛ указывает на аэробные возможности системы внешнего дыхания. Снижение ЖЕЛ на 32-34% относительно

должных величин указывают на снижение компенсаторных возможностей легочной системы у молодых людей, жителей современного мегаполиса, безотносительно к имеющейся зависимости (рис.).

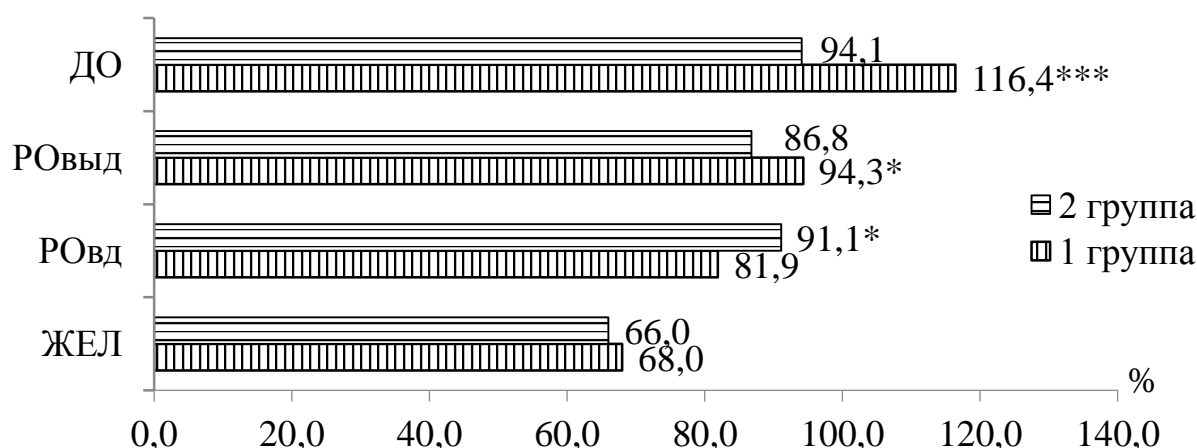


Рис. Статические легочные объемы и емкости у юношей северного региона

Примечание: за 100% приняты значения должных величин

В проведенных ранее исследованиях значения ЖЕЛ у жителей г. Архангельска в возрасте 18-24 года по данным разных авторов были выше должных величин на 2,4% [10], на 5% [11]. В выполненных исследованиях 2010-2012 г. фактические значения величины ЖЕЛ располагались в рамках 5,45-5,52 литров против 3,80-3,87 литров в 2020 году. Учитывая тот факт, что величина ЖЕЛ указывает на функциональные возможности организма, снижение его величин на 40% за 10 лет может информировать не только об уменьшении адаптивных ресурсов системы внешнего дыхания молодых людей, живущих в северном регионе, но и о возможных негативных изменениях в системе внешнего дыхания в целом. Несомненно одно, и в современных исследованиях данный факт установлен, что нарушение функций внешнего дыхания отражается на состоянии сердечно-сосудистой системы, в частности на сократительной способности правого и левого желудочков [13]. Таким образом, выявленные тенденции негативно отразятся на состоянии здоровья современного поколения уже в ближайшем будущем.

Оценка фракционных составляющих ЖЕЛ показывает снижение величин РОвд и РОвыд у юношей в обеих группах на 6-18% ($p < 0,05$; $p < 0,01$) относительно должных показателей. Тем не менее, межгрупповой сравнительный анализ

величин РОвд и РОвыд зафиксировал, что у некурящих студентов больше на 10% объемные показатели вдоха ($p < 0,05$), а у курящих – больше на 7% объемные показатели выдоха ($p < 0,05$).

Анализ процентного отношения РОвд к ЖЕЛ у молодых людей свидетельствует о том, что у курящих юношей данное значение соответствует 39,8%, а у некурящих – 45,5%. Аналогичные показатели РОвыд у курящих зафиксированы на уровне 35,3%, у некурящих респондентов этот показатель был чуть ниже – 32,9%. Так как у некурящих студентов выше величины фактических показателей РОвд, можно предположить, что они обладают более высоким потенциалом дыхательной системы к увеличению легочной вентиляции. Вместе с тем, у молодых людей с никотиновой зависимостью фактические величины РОвыд выше, но внутривидовые отношения РОвыд/ЖЕЛ практически идентичны значениям некурящих юношей. Известно, что РОвыд связан с показателем функциональной остаточной емкости (ФОЕ) легких и важен для стабилизации дыхания. Возможно, употребление табака создает дополнительную нагрузку на вентиляционную систему легких. Известно, что ФОЕ может увеличиваться за счет вовлечения в процесс дыхания резервных возможностей легочной системы – увеличение количества ацинусов. Таким образом, создается более

сложная система вентиляции, ее усиливается нестабильность, но ее компенсирует дефицит кислорода в организме [18].

Анализ данных показателей в контексте ранее проведенных исследований указывает – фактические величины РОвд у молодых людей в данном регионе соответствовали значениям 2,40 литра, а РОвыд – 2,20 литра. Расчетные величины отношения РОвд/ЖЕЛ у здоровых молодых мужчин равнялись 44,0%, РОвыд/ЖЕЛ соответствовали значениям 40,4% [10]. По данным другого автора, РОвд соответствовал у жителей данного региона 2,55 литрам, а величины РОвыд – 1,43 литрам, при этом значения РОвд/ЖЕЛ зафиксированы в пределах 21%, а величины РОвыд/ЖЕЛ равнялись 38% [11]. Таким образом, за 10 лет фактический показатель РОвд уменьшился на 60%, а показатель РОвыд – на 7%. Таким образом, значительно снизился уровень адаптивных резервов легочной системы, так как показатель РОвд указывает на способность системы увеличить свои вентиляционные возможности. Данная способность легочной системы крайне важна в экстремальных условиях жизнедеятельности. Снижение адаптивного потенциала системы внешнего дыхания, проявляющегося в значительном уменьшении за прошедшее десятилетие фактических значений ЖЕЛ (на 32-34%), ее внутривидовые отношения (РОвд/ЖЕЛ, РОвыд/ЖЕЛ) остаются в пределах величин, зафиксированных в подобных исследованиях 10-летней давности. В резерве при вдохе и выдохе остается 54-60% и 65-67% ЖЕЛ соответственно. Резервные возможности предоставляют респираторной системе более широкий диапазон для ответных реакций при действии стресс-фактора при имеющемся уровне функциональных возможностей системы дыхания в целом.

Несомненно, важное место в системе внешнего дыхания отводится показателю, информирующему о глубине дыхания – дыхательному объему. Несмотря на снижение фактических показателей ЖЕЛ, значения ДО у молодых людей зафиксированы в пределах должных значений. У лиц,

не имеющих никотиновой зависимости, данный показатель на 6% ниже, а у респондентов, увлекающихся табакокурением, величины ДО превышают нормированные показатели на 16% ($p < 0,001$). Расчет относительных величин показал, что в процессе дыхания курящие используют 26% абсолютной величины ЖЕЛ. У некурящих расчетные величины соответствуют 21%. Таким образом, у некурящих молодых людей в состоянии относительного мышечного покоя 79% величины ЖЕЛ находится в резерве против 74% у молодых людей, увлекающихся табакокурением. По данным, ранее полученных в исследованиях, процентное отношение ДО/ЖЕЛ равнялось 14,1% [10] и 13% [11]. Следовательно, в настоящее время при дыхании в резерве находится не 86-87% ЖЕЛ, что было характерно для молодых северян данного возраста в 2010-2012 годах, а на 10% меньше.

Если сравнивать показатели курящих и некурящих юношей, то следует отметить следующий факт. Известно, что превышение фактических величин ДО над должными величинами может быть связано с увеличением количества функционирующих альвеол. Данная особенность в свою очередь указывает на напряжение резервных возможностей респираторной системы, связанных с увеличением легочного кровотока за счет включения резервных капилляров в малом круге кровообращения. Этот процесс способствует негативным изменениям в респираторной системе, в частности повышению легочного давления [19]. Кроме того, обнаружено, что при дыхании в условиях низких температур у адаптированных лиц может наблюдаться снижение ДО. Такая реакция респираторной системы способствует усилению разведения вдыхаемого воздуха в респираторных отделах и стабилизации температуры в альвеолах [18]. Можно предположить, что у курящих юношей наблюдается снижение адаптивных резервов дыхательной системы. Косвенно, данный факт подтверждается и величинами отношения ДО/ЖЕЛ, которые у

курающих юношей соответствуют 26%. Такие значения выше максимальных нормированных показателей ДО/ЖЕЛ. По данным разных авторов, эти значения колеблются в пределах 15% от ЖЕЛ [20] или 10-20% от ЖЕЛ [21].

Заключение. Таким образом, в течение десяти лет произошло значимое снижение всех объемно-емкостных показателей у молодых людей, проживающих в северном регионе. Уровень значений ЖЕЛ современных молодых людей интерпретируется как показатель, имеющий «значительные» отклонения от должных величин [22], тогда как, согласно требований клинической пульмонологии, его величина не должна отличаться от должных значений на 15% [23]. Следовательно, уровень адаптивных

возможностей систем внешнего дыхания молодых северян за десять лет (с 2010 по 2020 год) снизился практически в 2 раза.

Увлечение табакокурением способствует усугублению негативного процесса. Уже в молодом возрасте у лиц, имеющих никотиновую зависимость, наблюдается увеличение РО_{выд} и ДО на фоне низких величин ЖЕЛ. Данные изменения в структуре дыхательного акта могут указывать на компенсационные процессы, вызывающие запуск резервных механизмов системы внешнего дыхания, способствующих нивелиции негативного влияния табачного дыма. Этот процесс может иметь отложенные отрицательные влияния на респираторную систему респондентов, употребляющих курительный табак.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасименко, Н. Ф. Законодательное регулирование в сфере охраны здоровья / Н. Ф. Герасименко // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 10. – С. 21-26.
2. Исследование распространённости курения табака среди подростков и взрослого населения Удмуртской Республики / Ермакова М. К., Ермаков Г. И., Капустина Н. Р. [и др.] // Пульмонология. – 2010. – № 2. – С. 46-48.
3. Малышева, Н. В. Распространённость и влияние табакокурения и употребления пива на показатели здоровья студенческой молодежи / Н. В. Малышева, М. В. Кузнецова // Вестник ОГУ. – 2005. – № 11. – С. 92-95.
4. Tobacco Use Among Middle and High School Students - United States, 2011-2015 / Singh T., Arzola R. A., Corey C. G. [et al] // Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). – 2016. – Vol. 65. – № 14. – pp. 361-367.
5. Функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем подростков при табакокурении / Скачкова М. А., Никитина О. В., Карпова Е. Г. [и др.] // Оренбургский медицинский вестник. 2019. – Том VII. – № 3 (27). – С. 24-28.
6. Salomaa, S. Genotoxicity and PAC analysis of particulate and vapour phases of environmental tobacco smoke / S. Salomaa, J. Tuominen, E. Skytta // Mutation Research. 1988. – Vol. 204. – pp. 173-183.
7. Лизурчик, Л. В. Влияние табачной интоксикации на функциональное состояние лабораторных животных и элементный гомеостаз в системе мать-плацента-плод: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. мед. наук // 03.03.01 / Людмила Владиславовна Лизурчик. – Российский университет дружбы народов. – Москва, 2022. – 20 с.
8. Исследование распространённости респираторных симптомов и скрининг спирометрии в диагностике хронических легочных заболеваний / В.Н. Абросимов, С.Н. Котляров, А.В. Мартынов, А.В. Шутов // Актуальные вопросы клинической патофизиологии дыхания: материалы межрегион. науч. конф. (Рязань, 27 мая 2019 г.). – Рязань: отдел оперативной полиграфии УИТТиОП РязГМУ, 2019. – С.21-24.
9. Оценка адаптационных возможностей системы внешнего дыхания у студентов, приехавших на обучение в Россию из Восточной Азии / В.Н. Пушкина, И.Н. Гернет, Е.Ю. Федорова, М.С. Гернет // Агаджанянские чтения: материалы III всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Москва, 16-18 апреля 2020 г.). – Москва: РУДН, 2020. – С. 183-185.
10. Гудков, А. Б. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере / А. Б. Гудков, О. Н. Попова. – Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2012. – 252 с.

11.Пушкина, В. Н. Хронофизиологические изменения функционального состояния организма студентов в условиях Приполярья: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. биол. наук // 03.03.01 / Пушкина Валентина Николаевна; Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск, 2012. – 37 с.

12.Плавинский, С. Л. Курение и смертность в крупном проспективном исследовании / С. Л. Плавинский, С. И. Плавинская // Российский Семейный врач. – 2012. – Т. 16. – № 2. – С. 29-36.

13.Изучение состояния внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы при профессиональных заболеваниях легких / Бабанов С. А., Будащ Д. С., Байкова А. Г. [и др.] // Здоровье в промышленном городе: бережем смолоду: материалы межрегион. науч.-практ. конф. (Пермь, 30 мая-04 июня 2019 г.). – Пермь: Издательство: АНО ДПО «Пермский институт повышения квалификации работников здравоохранения», 2019. – С. 25-36.

14.Чучалин, А. Г. Хронические обструктивные болезни легких / А. Г. Чучалин. – М.: Изд-во БИНОМ, 2000. – 512 с.

15.Фашенко, Я. И. Исследование показателей системы внешнего дыхания студентов Гомельского государственного медицинского университета / Я. И. Фашенко // Специфические и неспецифические механизмы адаптации при стрессе и физической нагрузке: III Респ. науч.-практ. интернет-конференция с междунар. участием (Гомель, 10 декабря 2018 г.). – Гомель: ГомГМУ, 2019. – С. 74-76.

16.The effect of risky alcohol use and smoking on suicide risk: findings from the German MONICA/KORA-Augsburg Cohort Study / Schneider B., Baumert J., Schneider A. [et al] // Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol. – 2011. – Vol. 46. – № 11. – pp. 1127-1132.

17.Functionality of external respiration system of young people residing in different regions of Russia / V. Pushkina, I. Gernet, N. Olyashev, E. Lubyshev // Theory and Practice of Physical Culture. – 2020. – № 2. – С. 4.

18.Шишкин, Г. С. Дыхание в условиях низких температур / Г. С. Шишкин, Н. В. Устюжанинова // Бюл. СО РАМН. – Вып. 50. 2013. – С. 9-15.

19.Состояния пульмонологического риска и их связь с заболеваниями органов дыхания у студентов в Новосибирске / Шишкин Г. С., Гришин

О. В., Устюжанинова Н. В. [и др.] // Бюл. СО РАМН. – 2004. – Вып.19. – С. 17-21.

20.Мойкин, Ю. В. Исследование внешнего дыхания / Ю. В. Мойкин // Методика исследований физиологии труда. – М., 1974. – С. 245-253.

21.Лауэр, Н. В. Возрастная физиология. Учебник. Дыхание и возраст / Н. В. Лауэр, А. З. Колчинская. – Л., 1975. – С. 157-161.

22.Стручков, П. В. Ведение в функциональную диагностику внешнего дыхания / П. В. Стручков, Р. С. Виницкая, И. А. Люкевич. – М., 1996. – 72 с.

23.Чучалин, А. Г. Белая книга. Пульмонология / А. Г. Чучалин. – М.: Геотар Медицина, 2003. – 67 с.

REFERENCES

1.Gerasimenko N.F. Legislative regulation in the field of health protection. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2004, no. 10, pp. 21-26. (in Russ.)

2.Ermakova M.K., Ermakov G.I., Kapustina N.R., Matveeva L.P., Botnikova E.A., Guznishcheva L.A. Prevalence of tobacco smoking among adolescents and adults at the Udmurt Republic. *Pulmonologiya (Pulmonology)*, 2010, no. 2, pp. 46-48. (in Russ.)

3.Malysheva N.V., Kuznetsova M.V. Prevalence and influence of tobacco smoking and beer consumption on health indicators of student youth. *Vestnik of Orenburg State Pedagogical University*, 2005, no. 11, pp. 92-95. (in Russ.)

4.Singh T., Arrazola R.A., Corey C.G., Husten C.G., Neff L.J., Homa D.M., King B.A. Tobacco Use Among Middle and High School Students - United States, 2011-2015. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*, 2016, vol. 65, no 14, pp. 361-367.

5.Skachkova M.A., Nikitina O.V., Karpova E.G., Abubakirova A.V., Lapteva N.M., Tarasenko N.F. Functional state of the respiratory and cardiovascular systems of teenagers in tobacco smoking. *Orenburg Medical Bulletin*, 2019, vol. 7, no. 3 (27), pp. 24-28. (in Russ.)

6.Salomaa S., Tuominen J., Skytta E. Genotoxicity and PAC analysis of particulate and vapour phases of environmental tobacco smoke. *Mutation Research*, 1988, vol. 204, pp. 173-183.

7.Lizurchik L.V. The effect of tobacco intoxication on the functional state of laboratory animals and elemental homeostasis in the mother-placenta-fetus system: an author's abstract. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia, 2022. 20 p. (in Russ.)

8. Abrosimov V.N., Kotlyarov S.N., Martynov A.V., Shutov A.V. The study of the prevalence of respiratory symptoms and screening of spirometry in the diagnosis of chronic lung diseases. Topical issues of clinical pathophysiology of respiration: materials of the Transregional Scientific Conference (May 27, 2019). Ryazan: Department of Operational Polygraphy of the Ryazan State Medical University, 2019. pp. 21-24. (in Russ.)
9. Pushkina V.N., Gernet I.N., Fedorova E.Yu., Gernet M.S. Assessment of the adaptive capabilities of the external respiration system in students who came to study in Russia from East Asia. Agadzhanyan Readings: materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Moscow, April 16-18, 2020). Moscow: RUDN, 2020. pp. 183-185. (in Russ.)
10. Gudkov A.B., Popova O.N. External breath of a person in the European North: a monograph. Arkhangel'sk: "Izdatel'stvo Severnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta", 2012, 252 p. (in Russ.)
11. Pushkina V.N. Chronophysiological changes in the functional state of the body of students in the Circumpolar region: an author's abstract. Arkhangel'sk: Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 2012. 37 p. (in Russ.)
12. Plavinskij S.L., Plavinskaya S.I. Smoking and mortality in a large prospective study. *Russian Family Doctor*, 2012, vol. 16, no. 2. pp. 29-36. (in Russ.)
13. Babanov S.A., Budash D.S., Bajkova A.G., Vostroknutova M.Yu., Mustafina F.E. Study of the status of external respiration and cardiovascular system for of occupational lung diseases. Health in the Industrial City – Preserve it from a Young Age: materials from the Scientific and Practical Conference (May 30-June 04, 2019). Perm: Perm Institute of Advanced Training of Healthcare Workers, 2019. pp. 25-36. (in Russ.)
14. Chuchalin A.G. Chronic obstructive pulmonary diseases. BINOM Publishing House, 2000. 512 p (in Russ.)
15. Fashchenko Ya.I. Research of external respiration system indicators in students of Gomel State Medical University. Specific and Non-Specific Adaptive Mechanisms under Stress and Physical Activity: the 3rd Republic Scientific and Practical Online Conference with International Participation (December 10, 2018). Gomel: GomSMU, 2019. pp. 74-76. (in Russ.)
16. Schneider B., Baumert J., Schneider A., Marten-Mittag B., Meisinger C., Erazo N., Hammer G.P., Ladwig K.-H. The effect of risky alcohol use and smoking on suicide risk: findings from the German MONICA/KORA-Augsburg Cohort Study. *Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol*, 2011, vol. 46, no 11, pp. 1127-1132.
17. Pushkina V.N., Gernet I.N., Olyashev N.V., Lubyshev E.A. Functionality of external respiration system of young people residing in different regions of Russia. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no 2, p. 4.
18. Shishkin G.S., Ustyuzhaninova N.V. Respiration at low temperatures conditions. *The Siberian Scientific Medical Journal*, issue 50, 2013, pp. 9-15. (in Russ.)
19. Shishkin G.S., Grishin O.V., Ustyuzhaninova N.V., Gulyaeva V.V., Umantseva N.D. Pulmonological risk and its correlation with respiratory diseases in students in Nobosibirsk. *The Siberian Scientific Medical Journal*, 2004, issue 19, pp. 17-21. (in Russ.)
20. Mojkin Yu.V. The study of external respiration. Moscow: Methods of Labor Physiology Research, 1974. pp. 245-253. (in Russ.)
21. Lauer N.V., Kolchinskaya A.Z. Developmental physiology: a textbook. Respiration and age. Saint Petersburg, 1975. pp. 157-161. (in Russ.)
22. Struchkov P.V., Vinitskaya R.S., Lyukevich I.A. Introduction to the functional diagnostics of external respiration. Moscow, 1996. 72 p. (in Russ.)
23. Chuchalin A.G. White paper. Pulmonology. Moscow: Geotar Meditsina, 2003. 67 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Валентина Николаевна Пушкина – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики спорта и физического воспитания, Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский государственный университет спорта и туризма», Москва, e-mail: taiss43@yandex.ru.

Екатерина Александровна Клокотова – специалист по учебно-методической работе, кафедра физической культуры, Высшая школа педагогики, психологии и физической культуры, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Архангельск.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Valentina Nikolaevna Pushkina – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Theory and Method of Sports and Physical Education, Moscow State University of Sport and Tourism, Moscow, e-mail: taiss43@yandex.ru.

Ekaterina Aleksandrovna Klokotova – Teaching and Learning Specialist, Department of Physical Culture, Higher School of Pedagogy, Psychology and Physical Culture, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk.

Для цитирования Пушкина, В. Н. Влияние табакокурения на систему внешнего дыхания юношей северного региона / В. Н. Пушкина, Е. А. Клокотова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_24

For citation: Pushkina V.N., Klokotova E.A. Influence of smoking on the external respiratory system of young men from the northern region. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_24

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_25
УДК 616-056; 616.62

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_25
UDC 616-056; 616.62

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТРУЗОРА ПО ДАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Е.В. Сапоженкова, В.В. Колпаков, Б.А. Бердичевский, В.Б. Бердичевский
ФГБОУ ВО «Тюменский Государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Тюмень, Россия

Аннотация. Цель работы: выявить индивидуально-типологические особенности ритма мочеиспускания по данным ультразвукового и доплерографического исследования у юношей 19-21 года с различным уровнем привычной двигательной активности. Обследовано 269 здоровых юношей в возрасте $19 \pm 2,5$ лет. Уровень привычной двигательной активности оценивали по средненедельному количеству локомоций в сутки. Определение ритма мочеиспускания производилось по результатам заполнения дневников мочеиспускания. По данным УЗИ определяли физиологический (ОМПф) и максимальный (ОМПм) объемы мочевого пузыря. В режиме цветового доплеровского картирования оценивали наличие и количество мочеточниковых выбросов в минуту, их скоростные показатели. Проводилась статистическая обработка данных. Установлены индивидуально-типологические особенности ритма мочеиспускания, показатели накопительно-эвакуаторной функции мочевого пузыря у юношей с различным уровнем привычной двигательной активности.

Ключевые слова: функциональные типы конституции, детрузор, мочеточниковый выброс.

FUNCTIONAL FEATURES OF THE DETRUSOR MUSCLE ACCORDING TO ULTRASOUND AND DOPPLER EXAMINATION

E.V. Sapozhenkova, V.V. Kolpakov, B.A. Berdichevskij, V.B. Berdichevskij
Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

Annotation. The purpose of the study was to identify individual and typological features of the urination rhythm according to the data of ultrasound and dopplerography in young men aged 19-21 years with different levels of regular motor activity. 269 healthy young men, aged 19 ± 2.5 years, were examined. The regular motor activity level was assessed by the average weekly number of locomotions per day. Identification of the urination rhythm was made based on the results of filling in urination diaries. According to the ultrasound data, the physiological (BVf) and maximum (BVm) bladder volumes were also identified. In the color flow doppler mode, the presence and number of ureteral ejections per minute, their speed indicators were assessed. Statistical data processing was carried out. The individual and typological features of the urination rhythm, indicators of the accumulative-voiding function of the bladder in young men with different levels of regular motor activity have been established.

Keywords: body constitution functional types, detrusor, ureteral ejection.

Введение. Известно, что процесс регуляции мочеобразования и мочевыведения является многофакторным и также включает в себя, помимо нормального состояния самих органов, осуществляющих данные функции, и структур, обеспечивающих слаженную работу со стороны нервной системы, показатели сердечно-сосудистой системы, локомоторную активность и

другие факторы [1-3]. В связи с большим количеством переменных, понятие урологической нормы в клинической практике остается открытым и является полем для исследования в сфере профилактической медицины с целью выявления ранних проявлений симптомов нижних мочевых путей (СНМП) для разработки критериев донозологической диагностики. Для определения

индивидуальной нормы применяется конституциональный подход в рамках концепции типологической вариабельности физиологической индивидуальности, который позволяет установить уровень привычной двигательной активности (ПДА) и на его основе выделить функциональные типы конституции – ФТК [4-5]. Современные методы визуализации мочевого пузыря с оценкой функциональных показателей, такие как ультразвуковое и доплерографическое исследование, не только применяются в качестве диагностики различных заболеваний пузырно-мочеточникового сегмента, но и позволяют на начальных этапах выявить признаки нарушения моторно-эвакуаторной функции мочевого пузыря, обеспечивающих нормальный процесс мочеиспускания [6-8]. Кроме того, активно рассматривается роль позитронно-эмиссионной томографии, как инструмент диспансеризации для выявления субклинических нарушений функционирования верхних мочевых путей [9].

Методы и организация исследования. По результатам текущих профилактических осмотров выделено 269 здоровых юношей в возрасте $19 \pm 2,5$ лет диспансерной группы Д I, которые не имели хронических заболеваний и не предъявляли жалоб со стороны мочевого пузыря. Для определения функционального типа конституции (ФТК) проводили оценку уровня привычной двигательной активности (ПДА) путем анализа средне недельного количества локомоций в сутки. Определение количества микций проводилось на основании заполнения дневников мочеиспускания в течение трех дней при соблюдении привычного питьевого режима и отсутствии продуктов в рационе, стимулирующих диурез. Ультразвуковое исследование выполнено на ультразвуковом сканере стационарного типа Toshiba-Xario SSA-660A трансабдоминально с применением конвексного датчика с частотой от 3,5-5 МГц. Оценка эхо-структуры стенки и содержимого мочевого пузыря проводилась в в-

режиме, вычисление физиологического (ОМПф) и максимального (ОМПм) объемов мочевого пузыря осуществлялось при первом и максимальном позыве к мочеиспусканию соответственно. Индекс чувствительности (ИЧ) рассчитывался в виде соотношения ОМПф/ОМПм. В режиме цветовой доплерографии оценивали качественные и количественные параметры мочеточниковых выбросов (МВ): наличие и количество выбросов в минуту, максимальную и минимальную скорость потока. Обработка полученных данных с расчетом статистических показателей проводилась в программе Statistic 26.0. Все данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее арифметическое значение, а σ – среднее квадратичное отклонение; достоверность результатов при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам оценки индивидуального объема суточного количества локомоций были выявлены лица с низким, средним и высоким уровнем привычной двигательной активности – ПДА [4-5]. С учетом полученных математических и статистических показателей, основной интерес для сравнительной характеристики представляют крайние группы – лица с низкой и высокой ПДА. При оценке ритма мочеиспускания по данным заполнения дневника установлено, что у лиц с низким уровнем ПДА частота микций в сутки составила в среднем $4,51 \pm 0,85$, а у юношей с высоким уровнем ПДА (ВПДА) – $8,42 \pm 1,3$. Во время УЗ-сканирования при исследовании стенки и содержимого мочевого пузыря у группы обследованных эхо-патологий выявлено не было. Исследование суточного диуреза не показало статистически значимых различий по группам с различным уровнем ПДА, тогда как во время УЗИ при определении физиологического и максимального объемов мочевого пузыря были установлены индивидуально-типологические особенности (табл. 1).

Таблица 1
Показатели функционального состояния МП у юношей с различным уровнем ПДА и различным количеством микций ($M \pm \sigma$)

Показатели	Исследуемые группы			Средние значения, n=269
	НПДА (ФТК-1) n=63	СПДА (ФТК-2) n=137	ВПДА (ФТК-3) n=69	
Ритм мочеиспускания	4,51±0,85*	7,21± 0,94	8,42±1,3*	6,88±1,73
Суточный диурез, мл	1496,0±118,83	1450,15±114,4	1469,2±136,1	1465,86±86,0
ОМПф, мл	440,1±27,23*	248,6±16,19	185,1±27,22*	273,1±97,3
ОМПм, мл	505,1±13,96*	450,4±18,57	365,3±57,54*	441,3±52,74
Индекс чувствительности	0,87±0,053*	0,55±0,043	0,51±0,05*	0,61±0,15

Примечание: * – статистически достоверные различия по сравнению со средними значениями ($p < 0,05$); НПДА – низкий уровень привычной двигательной активности; СПДА – средний уровень привычной двигательной активности; ВПДА – высокий уровень привычной двигательной активности

Так, у юношей с НПДА и низким ритмом мочеиспускания ОМПф и ОМПм были значительно больше (440,1±27,23 мл и 505,1±13,96 мл), чем у юношей с ВПДА и более частым ритмом мочеиспускания (185,1±27,22 мл и 365,3±57,54 мл). Получается, что у юношей с НПДА первый позыв к мочеиспусканию наблюдается при большем объеме МП, чем у юношей с ВПДА, о чем также свидетельствует ИЧ. Между первым и максимальным позывом к опорожнению МП у юношей третьей группы проходит меньше времени (0,51±0,05), чем у юношей первой группы (0,87±0,053), что в последующем может приводить к уменьшению сократительной активности детрузора и развитию гипоактивного мочевого пузыря [10-11].

Кроме того, ультразвуковая доплерография позволяет оценить эвакуаторную функцию верхних отделов мочевыделительной системы путем исследования скорости и количества мочеточниковых выбросов (МВ) в режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) (табл. 2.) [12-14]. Количественные и качественные показатели уродинамики, такие как количество и скоростные показатели мочеточниковых выбросов, являются лабильными и зависят

от множества факторов, в том числе и от объема накопленной мочи. Поскольку у юношей с НПДА первый позыв к мочеиспусканию в среднем регистрировался при объеме мочевого пузыря 440,1±27,23 мл, закономерно, что максимальная скорость мочеточникового выброса и их количество были ниже относительно средних значений 48,9±3,1 см/с и 4,7±1,02/мин соответственно.

Обратная картина наблюдалась у лиц с ВПДА, при относительно меньшем ОМПф отмечалось увеличение скорости и количества мочеточниковых выбросов – 56,2±3,6 см/с 6,3±0,90/мин соответственно. Физиологические механизмы эвакуации содержимого мочеточника в полость мочевого пузыря связана с разностью давления в их полостях. При этом максимальная скорость МВ наблюдается в момент открытия устья в области треугольника Льево, а минимальная – перед его закрытием [15]. В связи с чем минимальная скорость МВ не будет зависеть от объема мочевого пузыря и других показателей, что подтверждают результаты нашего исследования – минимальная скорость МВ у всех трех групп статистически не отличалась от средних значений ($p > 0,05$).

Таблица 2

Допплерографические показатели мочеточниковых выбросов у юношей с различным уровнем ПДА, (M±σ)

Показатели	Исследуемые группы			Средние значения, n=269
	НПДА (ФТК-1) n=63	СПДА (ФТК-2) n=137	ВПДА (ФТК-3) n=69	
Ритм мочеиспускания	4,51±0,85*	7,21± 0,94	8,42±1,3*	6,88±1,73
ОМПф, мл	440,1 ± 27,23*	248,6±16,19	185,1±27,22*	273,1±97,3
Количество МВ/мин	4,7±1,02*	5,2±0,98	6,3±0,90*	5,4±1,0
Максимальная скорость выброса, см/с	48,9±3,1*	51,4±2,8	56,2±3,6*	52,16±2,9
Максимальная скорость выброса, см/с	6,4±0,8	6,5±0,7	6,3±0,8	6,4±0,68

Примечание: * – статистически достоверные различия по сравнению со средними значениями (p<0,05); НПДА – низкий уровень привычной двигательной активности; СПДА – средний уровень привычной двигательной активности; ВПДА – высокий уровень привычной двигательной активности

Заключение. Настоящее исследование позволило установить индивидуально-типологические особенности функционирования детрузора у здоровых юношей. Так, лица с НПДА (ФТК-1) и низким ритмом мочеиспускания составили группу риска по развитию гипоактивного мочевого пузыря [10-11], а юноши с ВПДА (ФТК-3) и частым ритмом мочеиспускания – по развитию гиперактивного мочевого пузыря (ГАМП). В связи с высокой распространенностью ГАМП представляет большой интерес в рамках изучения патофизиологических механизмов возникновения, диагностики и лечения данной патологии [16-19].

Результаты ультразвукового и доплерографического исследования здоровых юношей в возрасте 19-21 года продемонстрировали индивидуально-типологические особенности функционирования мочевого пузыря, что позволяет на ранних этапах сформировать группы риска по развитию заболеваний нижних мочевых путей, связанные с нарушением моторно-эвакуаторной функции мочевого пузыря. Доступность и высокая информативность данных методов исследования позволяет внедрить их в комплексные профилактические осмотры в рамках проведения диспансеризации [20].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональная анатомия детрузора в норме и патологии / Бердичевский Б. А., Сапоженкова Е. В., Гутрова Е. И. [и др.] // Конгресс «Человек и лекарство. УРАЛ – 2021»: Сборник материалов (тезисы докладов), Тюмень, 16–18 ноября 2021 года. – Тюмень: РИЦ "Айвекс", 2021. – С. 15-16.
2. Шумихин, В. С. Функциональное состояние нижних мочевых путей и пузырно-мочеточникового соустья при пузырно-мочеточниковом рефлюксе у новорожденных / В. С. Шумихин // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2006. – № 2(49). – С. 264-265.
3. Монаков, Д. М. Мониторинг наполнения мочевого пузыря у пациентов с нейрогенными нарушениями мочеиспускания: роль носимых аппаратно-программных комплексов / Д. М. Монаков, А. И. Шадеркина, И. А. Шадеркин // Экспериментальная и клиническая урология. – 2021. – № 14(2). – С.124-131. DOI: 10.29188/22-8543-2021-14-2-124-131.

4. Systemic analysis: Individual typological characteristics of the human body / Kolpakov V. V., Bepalova, T. V., Tomilova, E. A. [et al.] // *Hum Physiol.* – Vol. 37. – 2011. – pp. 738-749. DOI: 10.1134/S0362119711050069.
5. Чибулаева, Е. В. Клинико-физиологическая оценка кардиогемодинамики и накопительно-эвакуационной функции мочевого пузыря у юношей с различным уровнем привычной двигательной активности / Е. В. Чибулаева, В. В. Колпаков, Т. В. Беспалова // *Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке».* – 2019. – №21(1). – С. 37-42. DOI: 10.26787/nydha-2226-7425-2019-21-1-37-42.
6. Назаров, Т. Н. Допплерографические возможности диагностики обструкции верхних мочевых путей при уролитиазе / Т. Н. Назаров, К. Е. Трубникова, Е. Д. Вьюгинова // *Саратовский научно-медицинский журнал.* – 2011. – № S2. – С.198.
7. Диагностические критерии функциональной недостаточности уретерovesикального сегмента у детей с разной степенью пузырно-мочеточникового рефлюкса / К.Н. Демидова, В.В. Ростовская, Г.И. Кузовлева, А.Ю. Суворов // *Вопросы практической педиатрии.* – 2021. – №16(5). – С. 7-18. DOI: 10.20953/1817-7646-2021-5-7-18.
8. Магомедов, А. М. Особенности уродинамики верхних мочевых путей у детей с хроническим пиелонефритом / А. М. Магомедов, Е. Е. Просова // *Бюллетень медицинских интернет-конференций.* – 2017. – Т.7. – № 6. – С. 1207.
9. Ретроспективный анализ результатов ПЭТ/КТ всего тела как возможный инструмент для диспансеризации населения на предмет выявления субклинических проявлений хронической болезни почек (пилотное исследование) / Бердичевский Б. А., Бердичевский В. Б., Сапоженкова Е. В. [и др.] // *Урология.* – 2022. – № 1. – С. 23-27. DOI 10.18565/urology.2022.1.23-27.
10. Detrusor underactivity and the underactive bladder: Symptoms, function, cause-what do we mean? ICI-RS think tank 2014 / Smith P.P, Birder L.A, Abrams P. [et al.] // *Neurourol Urodyn.* – 2016 – Vol. 35(2) – pp. 312-317. DOI: 10.1002/nau.22807.
11. Hoag, N. Underactive Bladder: Clinical Features, Urodynamic Parameters, and Treatment / N. Hoag, J. Gani // *International Neurourology Journal.* – 2015. – Vol. 19(3). – pp. 185-189. DOI: 10.5213/inj.2015.19.3.185.
12. Абоян, И. А. Триплексное ультразвуковое исследование мочеточниковых выбросов в комплексном обследовании пациентов с нефролитиазом / И. А. Абоян, Е. Е. Усенко, М. Н. Родзянко // V Российский Конгресс по Эндouroлогии и Новым Технологям. – 2016. URL: <https://www.uroweb.ru/article/tripleksnoe-ultrazvukovoe-issledovanie-mochetochnikovykh-vybrosov-v-kompleksnom-obsledovanii-patsientov-s-nefroli-tiazom> (дата обращения 05.07.2022)
13. Исследование мочеточниковых выбросов методом цветового доплеровского картирования у больных РШМ IV-III стадии / А. Каприн, В. Титова, А. Костин, А. Рерберг // *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии.* – 2012. – № 12-1. – С. 12.
14. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. Митькова В.В. 2-е изд. – М.: Издательский дом Видар-М, 2011. – С. 443-461.
15. Казарян, К. В. Особенности спонтанной электрической активности мочевого тракта: мочеточник, мочевой пузырь, уретра / К. В. Казарян, Р. Г. Чибухчян, Ш. Г. Маргарян // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии.* – 2017. – № 53(4). – С. 274-281.
16. Сорокин, Ю. Н. Нейрогенная дисфункция нижних мочевыводящих путей (нейрогенный мочевой пузырь) / Ю. Н. Сорокин // *Российский неврологический журнал.* – 2021. – № 26(5). – С. 61-72. DOI 10.30629/2658-7947-2021-26-5-61-72.
17. Гиперактивный мочевой пузырь: уродинамические особенности гиперактивности детрузора в зависимости от причины нарушений мочеиспускания / Е.С. Филиппова, И.В. Баженов, А.В. Зырянов, В.Н. Журавлев // *Урология.* – 2021. – №3. – С. 39-44. DOI 10.18565/urology.2021.3.39-44.
18. Ellis, J. L. Management of Overactive Bladder After Treatment of Bladder Outlet Obstruction / J. L. Ellis, A. E. Braun, J. A. Cohn // *Current Bladder Dysfunction Reports.* – 2019. – № 14(3). – pp. 197-204. DOI: 10.1007/s11884-019-00527-6.
19. Myers, J. B. Common bladder management treatments for patients with neurogenic bladder / J. B. Myers // *Urological Care for Patients with Progressive Neurological Conditions.* – 2019. – pp. 59-72. DOI: 10.1007/978-3-030-23277-1_8.
20. Диагностическое значение ПЭТ/КТ при воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря / Бердичевский В. Б., Бердичевский Б. А., Романова А. В. [и др.] // *Вестник урологии.* –

2021. – Т. 9. – № 4. – С. 13-20. DOI: 10.21886/2308-6424-2021-9-4-13-20.

REFERENCES

1. Berdichevskij B.A., Sapozhnikova E.V., Gutnova E.I. et al. Functional anatomy of the detrusor muscle r in normal state and pathology. Congress "Man and Medicine. URAL – 2021": Collection of materials (abstracts), Tyumen, November 16-18, 2021. Tyumen: RIC "Ajveks", 2021. pp. 15-16. (in Russ.)
2. Shumikhin V.S. Functional state of the lower urinary tract and vesicoureteral anastomosis with vesicoureteral reflux in newborns. *Bulletin of the Russian State Medical University*, 2006, no. 2(49), pp. 264-265. (in Russ.)
3. Monakov D.M., Shaderkina A.I., Shaderkin I.A. Monitoring of bladder filling in patients with neurogenic urination disorders: the role of wearable hardware and software complexes. *Experimental and Clinical Urology*, 2021, no. 14(2), pp. 124-131. DOI: 10.29188/2222-8543-2021-14-2-124-131. (in Russ.)
4. Kolpakov V.V., Bespalova, T.V., Tomilova, E.A. Shtork T.E., Mamchits E.V., Lar'kina N.Yu., Tkachuk A.A. Systemic analysis: Individual and typological characteristics of the human body. *Hum Physiol*, vol. 37, 2011, pp. 738-749. DOI: 10.1134/S0362119711050069.
5. Chibulaeva, E.V. Kolpakov V.V., Bespalova T.V. Clinical and physiological assessment of cardiohemodynamics and accumulative-voiding function of the bladder in young men with different levels of regular motor activity. *Health and education in the XXI century*, 2019, no. 21(1), pp. 37-42. DOI: 10.26787/nydha-2226-7425-2019-21-1-37-42. (in Russ.)
6. Nazarov, T.N. Trubnikova K.E., Vyuginova E.D. Dopplerographic possibilities of diagnosing the upper urinary tract obstruction in urolithiasis. *Saratov Scientific Medical Journal*, 2011, no. S2, p. 198. (in Russ.)
7. Demidova, K.N., Rostovskaya V.V., Kuzovleva G.I., Suvorov A.Yu. Diagnostic criteria of functional insufficiency of the urethrovesical segment in children with varying degrees of vesicoureteral reflux. *Questions of Practical Pediatrics*, 2021, no. 16(5), pp. 7-18. DOI: 10.20953/1817-7646-2021-5-7-18. (in Russ.)
8. Magomedov, A.M., Prosova E.E. Features of urodynamics of the upper urinary tract in children with chronic pyelonephritis. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 2017, vol.7, no. 6, p. 1207. (in Russ.)
9. Berdichevskij B.A., Berdichevskij V.B., Sapozhenkova E.V., Romanova A.V., Rasulov F.R., Korabel'nikov M.A. Retrospective analysis of the results of PET/CT of the whole body as a possible tool for the medical examination of the population for the detection of subclinical signs of chronic kidney disease (pilot study). *Urology*, 2022, no. 1, pp. 23-27. DOI 10.18565/urology.2022.1.23-27. (in Russ.)
10. Smith P.P., Birder L.A., Abrams P., Wein A.J., Chapple C.R. Detrusor underactivity and the underactive bladder: Symptoms, function, cause-what do we mean? ICI-RS think tank 2014. *NeuroUrol Urodyn*. Feb 2016, vol. 35(2), pp. 312-317. DOI: 10.1002/nau.22807.
11. Hoag N., Gani J. Underactive Bladder: Clinical Features, Urodynamic Parameters, and Treatment. *International Neurourology Journal*, 2015, vol. 19(3), pp. 185-189. DOI: 10.5213/inj.2015.19.3.185.
12. Aboyan, I.A. Usenko E.E., Rodzianko M.N. Triplex ultrasound examination of ureteral ejections in a comprehensive examination of patients with nephrolithiasis. V Russian Congress on Endourology and New Technologies, 2016. Available at: <https://www.uroweb.ru/article/tripleksnoe-ultrazvukovoe-issledovanie-mochetochnikovykh-vybrosov-v-kompleksnom-obsledovanii-patsientov-s-nefrolitiazom> (accessed 05.07.2022) (in Russ.)
13. Kaprin A.D., Titova V.A., Kostin A.A., Rerberg A.G. Examination of ureteral ejections by color flow doppler in patients with stage IIB-III breast cancer. *Bulletin of the Russian Scientific Center for Radiology*, 2012, no. 12-1, p. 12. (in Russ.)
14. Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound diagnostics. 2nd ed., edited by Mitkova V.V. Moscow: "Vidar-M" Publishing House, 2011, pp. 443-461. (in Russ.)
15. Kazaryan K.V. Chibukchyan R.G., Margaryan Sh.G. Features of spontaneous electrical activity of the urinary tract: ureter, bladder, urethra. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 2017, no. 53(4), pp.274-281. (in Russ.)
16. Sorokin Yu.N. Neurogenic dysfunction of the lower urinary tract (neurogenic bladder). *Russian Neurological Journal*, 2021, no. 26(5), pp. 61-72. DOI: 10.30629/2658-7947-2021-26-5-61-72. (in Russ.)
17. Filippova E.S., Bazhenov I.V., Zyryanov A.V., Zhuravlev V.N. Overactive bladder: urodynamic features of the detrusor muscle hyperactivity depending on the cause of urination disorders. *Urology*, 2021, no. 3, pp. 39-44. DOI 10.18565/urology.2021.3.39-44. (in Russ.)

18. Ellis J.L., Braun A.E., Cohn J.A. Management of Overactive Bladder After Treatment of Bladder Outlet Obstruction. *Current Bladder Dysfunction Reports*, 2019, no. 14(3), pp. 197-204. DOI: 10.1007/s11884-019-00527-6.

19. Myers, J.B. Common bladder management treatments for patients with neurogenic bladder. *Urological Care for Patients with Progressive Neurological Conditions*, 2019, pp. 59-72. DOI: 10.1007/978-3-030-23277-1_8.

20. Berdichevskij V.B., Berdichevskij B.A., Romanova A.V., Rasulov F.R., Naletov A.A., Khilkevich S.V., Gurova E.I., Boldyrev A.L., Korabel'nikov M.A. Diagnostic value of PET/CT in inflammatory diseases of the kidneys and bladder. *Bulletin of Urology*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 13-20. DOI: 10.21886/2308-6424-2021-9-4-13-20. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Екатерина Валерьевна Сапоженкова – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, e-mail: Ekaterina_chibulaeva@mail.ru

Виктор Васильевич Колпаков – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, e-mail: kolpakov661@rambler.ru

Борис Аркадьевич Бердичевский — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, e-mail: doktor_bba@mail.ru

Вадим Борисович Бердичевский — доктор медицинских наук, доцент кафедры онкологии с курсом урологии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, e-mail: urotgmu@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ekaterina Valer'evna Sapozhenkova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Normal Physiology Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: ekaterina_chibulaeva@mail.ru.

Viktor Vasil'evich Kolpakov – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Normal Physiology, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: kolpakov661@rambler.ru.

Boris Arkad'evich Berdichevskij – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: doktor_bba@mail.ru.

Vadim Borisovich Berdichevskij – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Oncology with the Urology Course, Tyumen State Medical University, Tyumen, e-mail: urotgmu@mail.ru.

Для цитирования: Функциональные особенности детрузора по данным ультразвукового и доплерографического исследования / Е.В. Сапоженкова, В.В. Колпаков, Б.А. Бердичевский, В.Б. Бердичевский // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_25

For citation: Sapozhenkova E.V., Kolpakov V.V., Berdichevskij B.A., Berdichevskij V.B. Functional features of the detrusor muscle according to ultrasound and doppler examination. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_25

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_26
УДК 612.13-053.8;612.821.3

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_26
UDC 612.13-053.8;612.821.3

ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМОДИНАМИКИ У СТУДЕНТОВ С РАЗНОЙ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ ПРИ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Р.Г. Сулейманова¹, Т.Д. Джебраилова², Р.М. Рагимов¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Махачкала, Россия

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени им. Сеченова» министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Аннотация. Цель исследования: выявить особенности гемодинамики у испытуемых с разной личностной тревожностью при компьютерном тестировании уровня знаний. По результатам теста Ч. Спилбергера (State Trait Anxiety Inventory) испытуемые (59 мужчин в возрасте 18-21 лет) были разделены на три группы: с низкой (ЛТ1, n=21), средней (ЛТ2, n=19) и высокой (ЛТ3, n=19) личностной тревожностью. У испытуемых, сидящих у экрана монитора, регистрировали электрокардиограмму и измеряли артериальное давление до, во время и после выполнения учебного компьютерного теста. Определяли длительность и коэффициент вариации RR-интервалов электрокардиограммы. Рассчитывали пульсовое давление, ударный (по формуле Старра) и минутный объем кровообращения. Значимых различий в параметрах результата выполнения теста у испытуемых с разной личностной тревожностью не обнаружено. У испытуемых с низкой личностной тревожностью при выполнении теста отмечалось только уменьшение длительности и коэффициента вариации RR-интервалов электрокардиограммы. У студентов со средним уровнем личностной тревожности при тестировании, наряду с уменьшением длительности RR-интервалов электрокардиограммы, наблюдалось повышение систолического артериального давления и минутного объема кровообращения. У высокотрехотных индивидов во время тестирования отмечалось повышение диастолического артериального давления при уменьшении ударного объема и длительности RR-интервалов. Студенты с разным уровнем тревожности достигают сопоставимых результатов в когнитивном тесте на фоне различных изменений показателей гемодинамики. Комплекс изменений показателей гемодинамики, характерный для студентов со средним уровнем личностной тревожности, может рассматриваться как проявление мобилизации физиологических механизмов обеспечения когнитивной деятельности. Тип изменения параметров гемодинамики, наблюдавшийся у испытуемых с высокой личностной тревожностью, может быть предиктором развития психосоматических нарушений и заболеваний.

Ключевые слова: личностная тревожность, показатели гемодинамики, когнитивная деятельность.

HEMODYNAMIC PARAMETERS IN SUBJECTS WITH DIFFERENT TRAIT ANXIETY LEVEL DURING COGNITIVE ACTIVITY

R.G. Sulejmanova¹, T.D. Dzhebrailova², R.M. Ragimov¹

¹Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Annotation. The aim of this study was to identify the hemodynamic features in test subjects with different trait anxiety during computer testing of the level of knowledge. 59 subjects (men, 18-21 years old) were divided into three groups according to their results of State Trait Anxiety Inventory developed by Spielberger: the group with low (n=21), medium (n=19) and high level of trait anxiety (n=19). Electrocardiogram and blood pressure were recorded from the students sitting at monitor before, during, and after the test. RRNN (R-R normal-to-normal interval) and CV (coefficient of variation of the R-R intervals) were analyzed. Pulse pressure, stroke volume (according

to Starr's formula) and cardiac output were calculated according to the blood pressure and heart rate measurements. There were no significant differences in the test result parameters in subjects with different level of trait anxiety. When performing the test, subjects with low trait anxiety have revealed only a decrease in the duration and coefficient of variation of the R-R intervals of the electrocardiogram. Students with a medium level of trait anxiety, along with a decrease in the duration of the R-R intervals of the electrocardiogram, have revealed an increase in systolic blood pressure and cardiac output. Individuals with a high level of trait anxiety have shown an increase in diastolic blood pressure with a decrease in systolic volume and duration of R-R intervals. Test subjects with different levels of trait anxiety achieve comparable results in a cognitive test against the background of various changes in hemodynamic parameters. The complex of changes in hemodynamic parameters typical for students with medium trait anxiety level can be considered as a sign of the mobilization of physiological mechanisms to ensure cognitive activity. The type of change in hemodynamic parameters observed in test subjects with high trait anxiety level may be a predictor of the development of psychosomatic disorders and diseases.

Keywords: trait anxiety, hemodynamic parameters, cognitive activity.

Введение. Рост интереса к исследованию тревожности и ее проявлений связан с распространением во всем мире тревожных состояний, которые могут предрасполагать к возникновению и прогрессированию психосоматических расстройств и сердечно-сосудистых заболеваний [1-2]. Тревожность является личностной характеристикой, которая предрасполагает индивида к восприятию широкого круга объективно безопасных обстоятельств как содержащих угрозу, побуждая реагировать на них тревожными состояниями, интенсивность которых не соответствует величине объективной опасности [1].

Характерная для тревожных индивидов склонность испытывать сильные и частые негативные эмоции в ответ на стресс связана с аномальной активацией симпатической нервной системы, проявляется нарушением вагусного контроля, снижением вариабельности сердечного ритма, гиперкортизолемией, приводящей к увеличению гипоталамическо-надпочечнико-кортикальных реакций [3]. Хроническое переживание этих эмоций и симпатическая гиперчувствительность могут, в свою очередь, предрасполагать к нарушениям сердечного ритма, риску спазма коронарной артерии, атеросклероза и другим состояниям, приводящим к развитию сердечно-сосудистых заболеваний [2, 4]. Развитию тревожных состояний способствуют разнообразные факторы окружающей социальной среды, в том числе связанные с организацией учебного процесса

студентов и школьников [5-7], особенно в ситуации экзамена и тестирования уровня знаний. В литературе подчеркивается необходимость дальнейших исследований взаимосвязей между тревожностью и возможным развитием тревожных расстройств и заболеваний, прежде всего с целью их профилактики [2].

Цель: выявить особенности гемодинамики у испытуемых с разной личностной тревожностью (ЛТ) при компьютерном тестировании уровня знаний.

Методы и организация исследования. В обследовании на основе добровольного информированного согласия приняли участие 59 студентов-мужчин в возрасте 18-21 года.

Предварительно у всех студентов оценивали личностную тревожность по тесту Ч.Д. Спилбергера (State Trait Anxiety Inventory) с помощью адаптированной методики Ю.Л. Ханина [8].

По результатам тестирования были выделены группы студентов с низкой (1-я группа, 21 человек, 20-38 баллов), средней (2-я группа, 19 человек, 39-43 балла) и высокой (3-я группа, 19 человек, 44 и более баллов) тревожностью.

Когнитивная деятельность заключалась в выполнении компьютерного варианта учебного теста (тестирование уровня знаний по одной из тем курса нормальной физиологии). Учебный тест включал 15 вопросов, поочередно демонстрировавшихся на экране монитора. Правильный ответ нужно

было выбрать из 5 предлагаемых вариантов ответов. Время ответа не ограничивалось. Каждый следующий вопрос демонстрировался после выбора ответа на предыдущий. Подсчитывали время выполнения учебного теста, число и процент правильных ответов.

У студентов, сидевших перед экраном монитора, регистрировали электрокардиографию (ЭКГ) (III ст. отв.) с использованием прибора «Полиспектр 8Е» фирмы «Нейрософт» (Россия), измеряли артериальное давление и частоту сердечных сокращений (с помощью автоматического тонометра Модель LD-71, Little Doctor International) в исходном состоянии (Ф1), во время учебного теста (Т) и после тестирования (Ф2). Эпоха анализа ЭКГ в пределах каждого этапа составляла 5 минут, частота оцифровки сигнала – 2000 Гц.

Обработку ЭКГ проводили на основе пакета программ «Поли-Спектр-Ритм» фирмы «Нейрософт». Анализировали статистические характеристики сердечного ритма: среднюю длительность RR-интервалов (RRNN, мс) и коэффициент вариации длительности RR-интервалов (CV, %). По результатам измерения АД и ЧСС рассчитывали пульсовое давление (ПД, мм рт. ст.), ударный (УО, мл) и минутный объем кровообращения (МОК, мл/мин). Ударный

объем рассчитывали по формуле Старра: $УО=90.97+0.54 \times ПД-0.57 \times АДд-0.61 \times В$, где УО – ударный объем, ПД – пульсовое давление, АДд – диастолическое давление, В – возраст в годах.

Для статистического анализа и представления данных использовали пакет программ STATISTICA v.10.0. Данные представлены в форме медианы и квартилей (Me (Q1; Q3)). Сравнение показателей у несвязанных групп испытуемых проводили при помощи критерия Краскелла-Уоллиса (Kruskal-Wallis ANOVA), апостериорный анализ – с использованием U-критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test). Динамику показателей у одной группы испытуемых оценивали с использованием критерия Фридмана (Friedman ANOVA by Ranks), апостериорный анализ проводили с применением критерия Уилкоксона (Wilcoxon test). Достоверными считали отличия при $p < 0,05$. Для оценки корреляционных связей проводили ранговый анализ по Спирмену.

Результаты исследования и их обсуждение. Показатели учебного тестирования у студентов выделенных групп достоверно не различались, при несколько большем числе правильных ответов у индивидов со средней тревожностью (табл.).

Таблица
Результаты тестирования и показатели гемодинамики у студентов с разной ЛТ в исходном состоянии (Ф1), во время (Т) и после (Ф2) тестирования (Me (Q1; Q3))

Показатель	Этапы	Личностная тревожность		
		Низкая	Средняя	Высокая
ЛТ (балл)		33,0 (31,0-36,0)	42,0 (40,0-42,0)	49,0 (46,0-51,0)
Правильных ответов (%)		50,0 (40,0-60,0)	53,0 (47,0-70,0)	51,5 (40,0-75,0)
Время		8,0 (6,5-11,5)	9,5 (7,5-11,0)	8,75 (8,0-10,0)
АДс (мм рт.ст.)	Ф1	134,0 (129,0-137,0)	128,5 (122,0-134,0)	129,0 (124,0-134,0)
	Т	132,0 (128,0-136,0)	133,0 (122,0-144,0)*	130,0 (126,0-138,0)
	Ф2	126,0 (120,0-136,0)	126,0 (120,0-136,0)	125,0 (122,0-136,0)
АДд (мм рт.ст.)	Ф1	81,0 (77,0-84,0)	78,0 (74,0-82,0)	79,0 (75,0-84,0)

Продолжение таблицы

	Т	82,5 (79,0-87,0)	79,0 (77,0-85,0)	82,0 (78,0-88,0)*
	Ф2	82,0 (75,0-86,0)	82,0 (73,0-84,0)	78,0 (74,0-84,0)
ПД (мм рт.ст.)	Ф1	52,0 (47,0-58,0)	49,5 (42,0-60,0)	50,5 (45,0-56,0)
	Т	50,0 (45,0-55,0)	49,0 (43,0-62,0)	48,5 (44,0-52,5)
	Ф2	48,0 (41,0-59,0)	47,0 (40,0-55,0)	47,5 (43,5-53,5)
УО (мл)	Ф1	74,7 (72,5-79,5)	73,2 (71,9-81,7)	76,2 (71,7-80,6)
	Т	73,3 (68,9-79,3)	74,6 (70,5-80,8)	72,4 (68,8-77,0)*
	Ф2	75,7 (67,5-81,4)	74,3 (71,4-78,8)	73,7 (70,9-78,9)
МОК (мл/мин)	Ф1	5904 (5338-6674)	5856 (5503-6310)	5838 (5566-6460)
	Т	5966 (5229-6516)	6236 (5624-7038)*	6169 (5413-6366)
	Ф2	5872 (5148-6223)	5944 (5299-6424)	5921 (5174-6237)
RR (мс)	Ф1	776 (674-860)	760 (682-830)	743 (682-802)
	Т	766 (665-753)*	719 (679-820)*	703 (680-762)*
	Ф2	773 (666-874)	744 (679-820)	741 (681-813)
CV (%)	Ф1	9,73 (8,71-13,5)	8,30 (7,48-13,70)	7,78 (7,11-9,51)
	Т	8,03 (6,44-8,57)*	7,94 (6,87-8,53)	7,62 (5,87-8,92)
	Ф2	9,19 (7,30-12,0)	8,02 (6,23-11,70)	7,37 (5,94-9,87)

Примечание: * – значимое изменение показателя во время тестирования (Т) по сравнению с исходным состоянием (Ф1) у испытуемых одной группы ($p < 0,05$); АДс – систолическое артериальное давление

Корреляционный анализ не выявил значимых взаимосвязей ЛТ и показателей гемодинамики на этапах обследования. Обнаружена отрицательная корреляция тревожности и исходных значений CV ($r = -0,398$; $p = 0,002$).

Использование критерия Краскела-Уоллиса не выявило различий абсолютных значений показателей гемодинамики (АДс, АДд, ПД, УО, МОК) и длительности RR-интервалов ЭКГ у испытуемых групп с разной ЛТ ни в исходном состоянии (Ф1), ни при выполнении учебного теста (Т), ни после (Ф2) его окончания (табл.). В то же время у испытуемых выделенных групп в исходном состоянии были обнаружены значимые различия CV ($H = 8,88$; $p = 0,012$). Апостериорный анализ (U-критерий Манна-Уитни) показал, что в исходном состоянии CV у студентов с низкой ЛТ был выше, чем у испытуемых с высокой ЛТ ($Z = -3,01$; $p = 0,003$).

С помощью критерия Фридмана были выявлены особенности изменения характеристик гемодинамики и сердечного ритма при

когнитивной деятельности у студентов с низкой, средней и высокой ЛТ (табл.).

Испытуемые с низкой ЛТ. У испытуемых с низкой тревожностью на этапах обследования обнаружены статистически значимые различия (критерий Фридмана) длительности RR-интервалов ($\chi^2 = 9,60$; $p = 0,008$) и CV ($\chi^2 = 15,60$; $p < 0,001$). Апостериорный анализ (критерий Уилкоксона) показал, что при выполнении теста по сравнению с исходным состоянием уменьшались длительность RR-интервалов ($T = 31,0$; $Z = 2,94$; $p = 0,003$) и CV ($T = 17,0$; $Z = 3,42$; $p < 0,001$).

Испытуемые со средним уровнем ЛТ. У индивидов со средней тревожностью на этапах обследования (Ф1, Т, Ф2) выявлены значимые (критерий Фридмана) различия длительности RR-интервалов ($\chi^2 = 24,95$; $p < 0,001$), АДс ($\chi^2 = 8,15$; $p = 0,017$) и МОК ($\chi^2 = 10,70$; $p = 0,005$).

АДс увеличивалось при выполнении теста ($T = 30,50$; $Z = 2,40$; $p = 0,017$) и уменьшалось ($T = 11,50$; $Z = 2,92$; $p = 0,004$) после его окончания. Длительность RR-интервалов во

время теста по сравнению с исходным состоянием уменьшалась ($T=16,0$; $Z=3,18$; $p=0,002$) и возрастала после окончания тестирования ($T=1,0$; $Z=3,78$; $p < 0,001$). МОК во время тестирования становился больше, чем в исходном состоянии ($T=28,0$; $Z=2,30$; $p=0,022$).

Испытуемые с высокой ЛТ. В группе с высокой ЛТ в трех анализированных ситуациях (Φ_1 , T , Φ_2 ; критерий Фридмана) наблюдались различия АДд ($\chi^2=9,18$; $p=0,010$), УО ($\chi^2=7,44$; $p=0,024$) и длительности RR-интервалов ($\chi^2=16,13$; $p<0,001$).

Длительность RR-интервалов во время тестирования по сравнению с исходным состоянием уменьшалась ($T=10,5$; $Z=3,52$; $p<0,001$) и возрастала после окончания теста ($T=21,0$; $Z=3,14$; $p=0,002$). АДд увеличивалось во время теста ($T=37,0$; $Z=2,11$; $p=0,035$) и снижалось после ($T=10,0$; $Z=3,29$; $p=0,001$). УО при выполнении теста уменьшался ($T=32,0$; $Z=2,54$; $p=0,011$) по сравнению с исходным состоянием.

Проведенное исследование выявило существенные особенности изменения характеристик гемодинамики и сердечного ритма у испытуемых с разной ЛТ при выполнении компьютерного теста по сравнению с исходным состоянием.

У испытуемых с низкой ЛТ при выполнении теста отмечалось только уменьшение длительности и коэффициента вариации RR-интервалов ЭКГ. У студентов со средним уровнем ЛТ при тестировании, наряду с уменьшением длительности RR-интервалов ЭКГ, наблюдалось повышение систолического АД и МОК. У высокотревожных индивидов во время тестирования отмечалось уменьшение длительности RR-интервалов, повышение диастолического АД и уменьшение УО.

Повышение ЧСС и АД при когнитивной деятельности отмечено во многих исследованиях и связывается с активацией бета-адренорецепторов [6, 9, 10].

Если уменьшение длительности RR-интервалов при тестировании наблюдалось у испытуемых всех трех групп, то повышение систолического АД и МОК мы

наблюдали только у студентов со средним уровнем ЛТ. Ранее было показано, что подобный тип изменения показателей гемодинамики (повышение систолического АД, пульсового давления и ударного объема кровообращения) характерен для студентов, успешно выполняющих тест, и может рассматриваться как проявление мобилизации вегетативных функций, обеспечивающей достижение высокого результата когнитивной деятельности [11].

В проведенном исследовании, как и в работе, опубликованной ранее [12], мы не выявили достоверных отличий результатов тестирования у студентов с разной личностной тревожностью. Показано также, что испытуемые с высокой и низкой ЛТ не различались по результатам когнитивного теста в обычных условиях, но при этом у испытуемых с высокой тревожностью наблюдалось снижение результата при выполнении теста в условиях помех [13]. Согласно традиционным представлениям, высокая эффективность деятельности соответствует среднему (оптимальному) уровню тревожности. С другой стороны, известно, что люди с повышенной тревожностью не обязательно менее успешны и способны повысить качество решения поведенческих задач за счет усиления произвольного контроля над вниманием, при этом они вынуждены затрачивать больше усилий, чем низкотревожные.

В нашем исследовании у высокотревожных индивидов во время тестирования наблюдался специфический паттерн изменения показателей гемодинамики, включавший повышение АДд при уменьшении ударного объема и длительности RR-интервалов ЭКГ. Сходный комплекс изменений при проведении ортостатической пробы определяется как гипердиастолический, при этом в ортоположении происходит подъем диастолического АД на фоне неизменного или уменьшающегося систолического АД, в результате снижается пульсовое давление и компенсаторно увеличивается ЧСС. Эти изменения связывают с высокой адренергической активностью,

приводящей к возрастанию общего периферического сопротивления за счет альфа-адренорецепторов сосудов. Данный тип реакции в ответ на проведение клиноортостатической пробы является наиболее дезадаптивным, имеющие его индивиды в значительной мере предрасположены к развитию в будущем гипертонической болезни и ишемической болезни сердца [14].

Проведенное исследование показало, что у студентов с высокой личностной тревожностью подобный дезадаптивный диастолический тип изменения характеристик гемодинамики наблюдается при когнитивной деятельности, заключающейся в компьютерном тестировании уровня знаний. Можно предполагать, что выявленные особенности гемодинамики отражают

предрасположенность высокотревожных индивидов к развитию психосоматических нарушений и заболеваний.

Заключение. Студенты с разным уровнем тревожности достигают сопоставимых результатов в когнитивном тесте на фоне различных изменений показателей гемодинамики. Комплекс изменений показателей гемодинамики, характерный для студентов со средним уровнем личностной тревожности, может рассматриваться как проявление мобилизации физиологических механизмов обеспечения когнитивной деятельности. Диастолический тип изменения параметров гемодинамики, наблюдавшийся у испытуемых с высокой личностной тревожностью, может быть предиктором развития психосоматических нарушений и заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Spielberger, C. D. Assessment of emotional states and personality traits: measurement psychological vital signs / Spielberger C. D., Ritterband L. M., Sydeman S. J. [et al]. – Clinical Personality Assessment, 1995. – pp. 42-58.
2. Буряк, В. Н. Особенности исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности при вегетососудистой дисфункции по гипотензивному типу в детском возрасте / В. Н. Буряк, Н. С. Журавлева, О. С. Покусаева // Педиатр. – 2018. – Т. 9. – № 2. – С. 41–48. DOI: 10.17816/PED9241-48
3. Димитриев, Д. А. Вариабельность сердечного ритма и артериальное давление при ментальном стрессе / Д. А. Димитриев, Е. В. Саперова // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2015. – Т.101. – № 1. – С. 98-107.
4. Anxiety and cardiovascular disease risk: a review / P. Tully, N. Harrison, P. Cheung, S. Cosh // Curr. Cardiol. Rep. – 2016. – Vol.18. – № 12. – P. 120.
5. Индивидуальные особенности вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности студентов при компьютерном тестировании / Т. Д. Джебраилова, Р. Г. Сулейманова, Л. И. Иванова, Л. В. Иванова // Физиология человека. – 2012. – Т.38. – № 5. – С. 58-66.
6. Особенности реакции вегетативной нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем при выполнении когнитивной нагрузки у младших

- школьников с разным уровнем личностной тревожности и нейротизма / Адамовская О. Н., Догадкина С. Б. Ермакова И. В. [и др.] // Science for Education Today. – 2021. – Т 11. – № 1. – С. 151-173. DOI: 10.15293/2658-6762.2101.09
7. Психофизиология эмоций и эмоционального напряжения студентов / Юматов Е. А., Глазачев О. С., Быкова Е. В. [и др.] под ред. К.А. Юматова. – Москва: Издательство ИТРК, 2017. – 200 с.
8. Карелин, А. А. Большая энциклопедия психологических тестов / А. А. Карелин. – Москва: ЭКСМО, 2007. – 416 с.
9. Пространственные характеристики тетра ритма ЭЭГ при выполнении заданий на концентрацию и скорость переключения внимания в условиях экзогенных помех у испытуемых с разным уровнем личностной тревожности / И.И. Коробейникова, Н.А. Каратыгин, Я.А. Венерина, Е.В. Бирюкова // Психическое здоровье. – 2020. – № 4. – С. 3–10. DOI: 10.25557/2074-014X.2020.04.3-1
10. Спектральные характеристики ЭЭГ и концентрация гормонов в слюне у лиц с разной личностной тревожностью при когнитивной деятельности / Я.А. Венерина, Т.Д. Джебраилова, Н.А. Каратыгин, М.Ю. Будников // Психическое здоровье. – 2021. – № 8. – С. 3-12. DOI: 10.25557/2074-014X.2021.08.3-12
11. A systematic review of reviews on the prevalence of anxiety disorders in adult populations / Reif

A., Reinhard J., Drepper C. [et al] // *Brain Behavior*. – 2016. – Vol. 6. – № 7. – P. e00497.

12. Gordan, R. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function / R. Jordan, J.K. Gwathmey, L.H. Xie // *World Journal of Cardiology*. – 2015. – Vol. 7. – № 4. – pp. 204-214. DOI: 10.4330/wjc.v7.i4.204

13. Fusar-Poli L., Arillotta D. Anxiety, Anger, Personality, and heart disease // *Brain and Heart Dynamics*. – Springer, Cham, 2020. – pp. 1-18 DOI: 10.1007/978-3-319-90305-7_19-1

14. Anxiety and cognitive performance: attentional control theory / M. Eysenck, N. Derakshan, R. Santos, M. Calvo // *Emotion*. – 2007. – Vol. 7. – № 2. – pp. 336-356.

REFERENCES

1. Spielberger C.D., Ritterband L.M., Sydeman S. J. et. al. Spielberger, C. D. Assessment of emotional states and personality traits: measurement psychological vital signs. *Clinical Personality Assessment*, 1995. pp. 42-58.

2. Buryak V.N. Zhuravleva N.S., Pokusaeva O.S. Features of the initial vegetative tone and vegetative reactivity in vegetative-vascular dysfunction of the hypotensive type in childhood. *Pediatrician*, 2018, vol. 9, no. 2. pp. 41-48. DOI: 10.17816/PED9241-48 (In Russ.)

3. Dimitriev D.A. Saperova E.V. Heart rate variability and arterial pressure in mental stress. *I.M. Sechenov Russian Physiological Journal*, 2015, vol. 101, no. 1, pp. 98-107. (In Russ.)

4. Tully P.J., Harrison N.J., Cheung P., Cosh S., Anxiety and cardiovascular disease risk: a review. *Curr. Cardiol. Rep.*, 2016, vol.18, no 12, p.120.

5. Dzhebrailova T.D., Sulejmanova R.G., Ivanova L.I., Ivanova L.V. Individual features of vegetative support of purposeful activity of students during computer testing. *Human Physiology*, 2012, vol. 38, no. 5, pp. 58-66. (In Russ.)

6. Adamovskaya O.N., Dogadkina S.B. Ermakova I.V., Kmit G.V., Rubleva L.V., Sharapov A.N. Features of the reaction of the autonomic nervous, cardiovascular and endocrine systems during the

performance of cognitive load in younger school-children with different levels of trait anxiety and neuroticism. *Science for Education Today*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 151-173. (In Russ.)

7. Yumatov E.A., Glazachev O.S., Bykova E.V., Dudnik E.N., Potapova O.V., Pertsov S.S. Psychophysiology of emotions and emotional stress of students. Moscow: ITRK Publishing House, 2017. 200 p. (In Russ.)

8. Karelin, A.A. Big encyclopedia of psychological tests. Moscow: EKSMO, 2007. 416 pp. (In Russ.)

9. Korobejnikova I.I., Karatygin N.A., Venerina Ya.A., Biryukova E.V. Spatial characteristics of the EEG theta rhythm when performing tasks on concentration and the speed of switching attention under conditions of exogenous interference in subjects with different levels of trait anxiety *Mental Health*, 2020, no. 4, pp. 3-10. DOI: 10.25557/2074-014X.2020.04.3-1 (In Russ.)

10. Venerina Ya.A., Dzhebrailova T.D., Karatygin N.A., Budnikov M.Yu. Spectral characteristics of the EEG and the concentration of hormones in saliva in people with different trait anxiety during cognitive activity. *Mental Health*, 2021, no. 8, pp. 3-12. DOI: 10.25557/2074-014X.2021.08.3-12 (In Russ.)

11. Reif A., Reinhard J., Drepper C., Weber H., Schiele M.A., Kneer K., Mittermeier A., Frey L., Remes O, Brayne C, Van Der Linde R, Lafortune L. A systematic review of reviews on the prevalence of anxiety disorders in adult populations. *Brain Behavior*, 2016, vol. 6, no 7, pp. e00497.

12. Gordan R., Gwathmey J.K., Xie L.H. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World Journal of Cardiology*, 2015, vol. 7, no 4, pp. 204-214. DOI: 10.4330/wjc.v7.i4.204

13. Fusar-Poli L., Arillotta D. Anxiety, Anger, Personality, and Heart Disease, *Brain and Heart Dynamics*. Springer, Cham, 2020. pp. 1-18. DOI: 10.1007/978-3-319-90305-7_19-1

14. Eysenck M.W., Derakshan N., Santos R., Calvo M.G. Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 2007, vol. 7, no 2, pp. 336-356.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Раиса Герейхановна Сулейманова – кандидат медицинских наук, доцент кафедры нормальной физиологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, e-mail: suleimanova.r.g@mail.ru.

Тамара Джебраиловна Джебраилова – доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени им. Сеченова» министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва.

Разин Мирзекеримович Рагимов – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Raisa Gerejkanovna Sulejmanova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Dagestan State Medical University, Makhachakala, e-mail: suleimanova.r.g@mail.ru.

Tamara Dzhebrailovna Dzhebrailova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Normal Physiology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow.

Razin Mirzekerimovich Ragimov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Dagestan State Medical University, Makhachakala.

Для цитирования: Сулейманова, Р. Г. Показатели гемодинамики у студентов с разной личностной тревожностью при когнитивной деятельности / Р. Г. Сулейманова, Т. Д. Джебраилова, Р. М. Рагимов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_26

For citation: Sulejmanova R.G., Dzhebrailova T.D., Ragimov R.M. Hemodynamic parameters in subjects with different trait anxiety level during cognitive activity. Modern Issues of Biomedicine, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_26

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_27
УДК 612.1/8

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_27
UDC 612.1/8

ВЫЯВЛЕНИЕ СЕНЕСЦЕНТНЫХ КЛЕТОК В ПОЧКАХ КРЫС ПРИ ИММУНОСУПРЕССИВНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Е.В. Тризно, Д.Р. Давыдова, М.Н. Тризно, И.А. Беднов
ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава РФ, г. Астрахань, Россия

Аннотация. В статье описаны физиологические аспекты иммуно-опосредованного формирования сенесцентных клеток в почках и почечных сосудах. Описаны структурные нарушения в паренхиме во взаимосвязи с местными показателями сенесцентно-ассоциированного фенотипа — липофусцином, интерлейкином-6 и гуморальными факторами системы иммунитета: системой комплемента и иммуноглобулинами А, М и G. Использование в эксперименте молодых (6 месяцев) и старых крыс (24 месяца) позволило раскрыть возрастные особенности полученных результатов. В процессе ингибирования клеточного звена иммунитета нефротоксической циклоспориновой моделью активируется система комплемента, увеличивается содержание IgM и G и формируются сенесцентные клетки, особенно у старых животных.

Ключевые слова: сенесцентные клетки, липофусцин, интерлейкин, почки, крысы, иммуносупрессия.

DETECTION OF SENESCENT CELLS IN RAT KIDNEYS WITH IMMUNOSUPPRESSIVE EFFECTS

E.V. Trizno, D.R. Davydova, M.N. Trizno, I.A. Bednov
Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

Annotation. The article describes the physiological aspects of immune mediated formation of senescent cells in the kidneys and renal vessels. Structural disorders in the parenchyma are described in relation to local indicators of the senescence associated secretory phenotype – lipofuscin, interleukin-6 and humoral factors of the immune system: complement cascade and immunoglobulins A, M and G. The use of young (6 months) and old rats (24 months) in the experiment allowed us to reveal the age features of the results obtained. In the process of inhibition of the cellular link of immunity with the model of cyclosporine nephrotoxicity, the complement cascade is activated, the content of IgM and G increases and senescent cells are formed, especially in old animals.

Keywords: senescent cells, lipofuscin, interleukin, kidneys, rats, immunosuppression.

Введение. Почки, как главный экскреторный орган, являются мишенью для многих токсических веществ, поэтому, наряду с иммунной системой, отвечают за гомеостатическое равновесие в организме и одними из первых реагируют на экзогенные воздействия. Особенно значимым в развитии ренальной дисфункции является возрастной фактор. Известно, что старение – это развивающийся с возрастом биологический разрушительный процесс, приводящий к нарушению адаптивных и компенсаторных механизмов, развитию

возрастной патологии, часто затрагивающей сосудистый и нефротический компоненты в цепи кардиоренального континуума [1-3].

Многочисленными исследованиями установлено, что одним из пусковых факторов возникновения патологических процессов в сосудистой стенке является дисфункция сосудистого эндотелия. Длительное существование дисбаланса основных вазоактивных веществ на уровне эндотелиальной клетки способствует формированию гиперплазии и гипертрофии гладкомышечных клеток стенки сосудов.

Это приводит к ремоделированию мышечной оболочки артерий и сопровождается нарушением эластических свойств [3-4].

В свою очередь, структурные нарушения сосудистой оболочки с возрастом ведут к дисфункции сосудистого эндотелия и изменению реологических и гемостазиологических свойств крови [5]. Такие возрастные изменения в почках, как обширный фиброз, потеря способности к регенерации, усиление апоптоза выражено коррелируют с увеличением образования в почках пероксида водорода [6], усиленным образованием гликозилированных продуктов, усиленным апоптозом и повышенным отложением липофусцина [7-8]. Накопление в клетках так называемого «пигмента старения» в виде гранул липофусцина, вероятно, связано с активацией свободнорадикального перекисного окисления [9-10]. Супероксидный радикал, являющийся восстановителем, инициирует реакции, в которых образуются гидроксильные радикалы, пероксид водорода и пероксиды липидов [11].

Для острых и хронических поврежденных почек весьма значимыми факторами риска являются старение и неспецифическое воспаление [12-15]. В последнее время в литературе появляются данные об участии в механизмах старения сенесцентных клеток (СК). Не исключают, что в развитии возрастзависимой патологии почечной гемодинамики СК играют значимую роль [16-20]. Итак, СК – это непролиферирующие клетки, игнорируемые иммунной системой, но метаболически активные, секреторный фенотип у которых ассоциирован с клеточным старением (senescence associated secretory phenotype, SASP). Предполагают, что остановка митоза данных клеток происходит в фазе G0-G1 клеточного цикла. СК выделяют целый ряд активных молекул: различные факторы роста (инсулиноподобный IGFБPs, эпидермальный EGF и др.), цитокины (IL-6, IL-1 β и др.), хемокины (IL-8, моноцитарный хемотаксический белок MCP-2 и др.), матриксные металлопротеазы (MMPs) и компоненты внеклеточного матрикса (коллагены, фибронектин, ламинин) –

около 40 молекул. Некоторые из этих молекул являются постоянными составляющими SASP, несмотря на разнородность сенесцентных клеток, и используются в качестве маркёров сенесценции, например, IL-6, IL-8, липофусцин [21]. Секретируемые СК активные молекулы попадают во внеклеточное пространство и, воздействуя на соседние нормальные клетки, инициируют остановку клеточного цикла и пролиферации, что в значительной степени ускоряет развитие клеточного старения в тканях. Указанные изменения связаны с развитием целого ряда возрастных патологий: сердечно-сосудистой, резистентностью к инсулину, диабетом, и возрастным иммунодефицитом [8, 22, 23]. Последнее, вероятно, связано с перегрузкой организма стареющими клетками и перепроизводством Т-киллеров, нацеленных на СК в ущерб другим видам иммунных клеток. Поэтому для раскрытия иммуномодуляторных свойств СК и взаимосвязи супрессии Т-лимфоцитарного звена с нефропатологией нами было проведено данное исследование с учётом возрастного аспекта.

Методы и организация исследования.

Для эксперимента использованы белые беспородные крысы массой тела 195-210 г., составившие две контрольные группы, по 12 крыс в каждой, и две опытные группы по 19 животных. Одна из двух контрольных и опытных групп состояла из молодых, 6-месячных крыс, вторая – из старых, 24-месячных. Иммуносупрессирующий эффект достигался с помощью Циклоспорина (препарат Сандимун-Неорал, Novartis, Швейцария), который вводили крысам опытной группы в дозе 20 мг/кг массы тела 25 дней. Все животные перед началом исследования содержались на карантине для физиологической адаптации к условиям вивария и исключения больных особей. В работе мы руководствовались «Положением о содержании и использовании лабораторных животных в ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России» и рекомендациями Commission of the European Communities,

86/609/ЕЕС. Микропрепараты ткани и артерий (ПА) почки гистохимическим способом окрашивали гематоксилин-эозином, затем – Суданом чёрным и исследовали с помощью флуоресцентного тринокулярного микроскопа с CMOS-камерой (Meiji Mechno MT6300, Япония). Судан чёрный Б применяли для визуализации липофусцина. Белки системы комплемента С3, С4 и иммуноглобулины (Ig) А, М, G определяли в плазме, а интерлейкин-6 – в гомогенате ткани почек с помощью ИФА-наборов (Cloud-Clone Corp., США). Плазму крови у крыс забирали из нижней полой вены под общим наркозом (тиопентал натрия). Статистические вычисления проведены с использованием критерия Колмогорова-Смирнова на нормальность распределения. При проверке

значимости различий в независимых группах применён критерий Манна-Уитни, зависимых – Вилкоксона. Обработывали вычисления с помощью статистического пакета Excel и программного обеспечения Statistica, версия 12.0. Критический уровень статистической значимости составлял $p=0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Гистохимическое окрашивание препаратов животных опытных групп выявило скопление клеток с включениями тёмно-коричневого цвета – липофусцином в эпителии канальцев, как коркового, так и мозгового вещества почек, у молодых крыс наблюдались единичные гранулы пигмента (рис. 1).

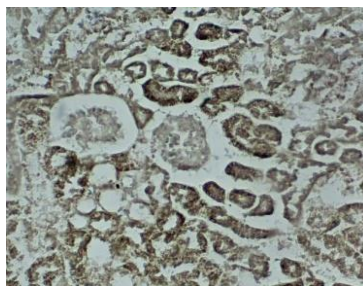


Рис. 1. Почечная паренхима. Окраска – Судан чёрный Б. Увеличение 200х. Интенсивное окрашивание эпителия канальцев как результат высокого содержания липофусцина

У старых животных значительное количество гранул визуализировалось в ткани почек, преимущественно – в мезангиальных и клетках канальцев нефронов. В гистопрепаратах почечной артерии концентрация клеток с содержанием липофусцина в опытной группе молодых крыс преобладала в

гладкомышечном слое, а у старых – в эндотелиальном (рис. 2).

Влияние препарата на вазоконстрикцию афферентных артериол. Очаговые сосудистые повреждения микроциркуляторного пула. Наблюдалась мезангиальная клеточная пролиферация (рис. 3).

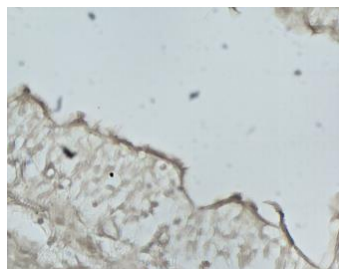


Рис. 2. Участок стенки почечной артерии. Увеличение 400х. Окраска – Судан чёрный Б. Интенсификация окраски в эндотелиальном слое

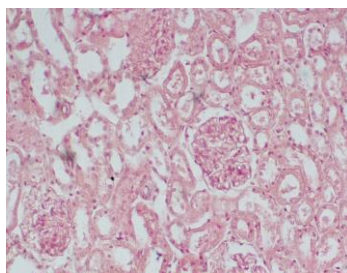


Рис. 3. Почечная паренхима. Окраска – гематоксилин-эозин. Увеличение 200х.
Избыточная пролиферация мезангия клубочков

Почечная интерстициальная ткань и мелкие сосуды подверглись изменениям в результате острого нефротоксического эффекта. На фоне нормального и плотного расположения канальцев в толще коркового вещества у опытных крыс наблюдалось распространение фиброза и клеточного инфильтрата между канальцами. В гломерулярном сосудистом полюсе были обнаружены повреждения в афферентных и эфферентных артериолах, менее выраженные у крыс молодого возраста опытной группы. Большинство эпителиальных клеток в канальцах были сохранены, имелись лишь разрушения их апикальных участков.

Липофусцин и цитокин ИЛ-6 являются компонентами сенесцентного фенотипа, распространяющегося СК. В гомогенате ПА опытных групп крыс содержание провоспалительного цитокина ИЛ-6 было выше, чем у контрольных. Причём у старых – на 32% ($p \leq 0,001$), у молодых – на 21% ($p \leq 0,05$). Данные гуморальных факторов системы иммунитета, полученные в оптических плотностях, пересчитаны в соответствующие концентрации веществ (мг/дл). Среди иммуноглобулинов статистически значимо изменился уровень классов М и G в группах опытных животных. У молодых – в большей степени IgM – на 17% ($p \leq 0,05$), а у старых – IgG – на 22% ($p \leq 0,01$) по сравнению с контролем. Данный факт говорит об активации адаптивного гуморального звена иммунитета.

Содержание С4-компонента комплемента увеличилось в группе молодых на 19% ($p \leq 0,05$) и на 17% ($p \leq 0,01$) – в группе

старых животных по сравнению с контролем. Весьма значимо возрос уровень С3-компонента у опытных особей, причём у крыс старческого возраста – на 56% ($p \leq 0,001$), а у молодых – на 41% ($p \leq 0,001$) по сравнению с контрольными.

Все пути активации системы комплемента: и классический, и альтернативный, и лектиновый объединяются на уровне С3-компонента, приводя к генерации мембранатакующего комплекса через общий для всех них терминальный путь активации. Альтернативный путь начинается с компонента С3. И один, и другой белок является фактором острой фазы воспаления, активирующим иммунную реакцию. Значительной динамикой в эксперименте отличился С3-компонент комплемента. Можно сказать, что циклоспориновый этиологический фактор способствует формированию СК и сопровождается нарушением гомеостаза организма лабораторных крыс. Пребывая в статусе профессиональных маскировщиков и изменяя морфофункциональный статус клеток вокруг себя, СК, тем не менее, активируют иммунокомпетентные клетки, ответственные за иммуноглобулиновый и цитокиновый статус. Распространение негативного сенесцентного фенотипа происходит при обязательном взаимодействии с интегральной системой комплемента, активация которого особенно активно происходит по альтернативному пути.

Заключение. У лабораторных крыс выявлена ассоциация между иммуносупрессией Т-клеточного звена иммунитета и формированием СК. Определены возрастные особенности морфофункциональных

изменений на уровне почечной ткани, почечных артерий и плазмы крови крыс. В частности, накопление СК в сосудистом русле и мезангиальных клетках клубочков

выражено в большей степени у старых крыс, ввиду ориентированности на клеточный адаптационный иммунитет в большей степени, чем у молодых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lombardo, R. Nocturia: The Complex Role of the Heart, Kidneys, and Bladder / R. Lombardo, A. Tubaro, F. Burkhard // *Eur Urol Focus*. – 2020. – № 6(3). – pp. 534-536.
2. Goyal, P. Cardiac Ultrasound for the Nephrologist: Know Thy Heart to Know Thy Kidneys / P. Goyal, J. Minardi, A. Sakhuja // *Adv Chronic Kidney Dis*. – 2021. – № 28(3). – pp. 208-217.
3. Endothelial Dysfunction Accelerates Impairment of Mitochondrial Function in Ageing Kidneys via Inflammation Activation / Wada Y., Umeno R., Nagasu H. [et al] // *Int J Mol Sci*. – 2021. – № 22(17). – P. 9269.
4. Zannad, F. Cardiorenal Syndrome Revisited / F. Zannad, P. Rossignol // *Circulation*. – 2018. – № 138(9). – pp. 929-944.
5. Состояние системы гемостаза у крыс после хронической интоксикации сероводородсодержащим газом / Н.Н. Тризно, Е.В. Голубкина, М.Н. Тризно, О.С. Дюкарева // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 4. – С. 75. [In English] Trizno N.N., Golubkina E.V., Trizno M.N., Dyukareva O.S. The hemostasis system condition in rats after chronic intoxication of hydrogen sulphide-containing gases. *Modern problems of science and education*, 2017, no. 4, p. 75
6. Li, X. Amino Acid Metabolism in the Kidneys: Nutritional and Physiological Significance / X. Li, S. Zheng, G. Wu // *Adv Exp Med Biol*. – 2020. – Vol. 1265. – pp. 71-95.
7. Влияние процессов пероксидации в тромбоцитах на систему гемостаза при воздействии сероводородсодержащего газа / Голубкина Е. В., Дюкарева О. С., Тризно Н. Н. [и др.] // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 40-48. [In English] Golubkina E.V., Dyukareva O.S., Trizno N.N., Udochkina L.A., Trizno M.N. The effects of peroxidation processes in platelets on haemostasis under exposure to hydrogen sulfide-containing gas. *Journal of Medical and Biological Research*, 2019, vol. 7, no.1. pp. 40-48.
8. Histopathology of the Liver, Kidney, and Spleen of Mice Exposed to Gold Nanoparticles / K. Ibrahim, M. Al-Mutary, A. Bakhiet, H. Khan // *Molecules*. – 2018. – № 23(8). – P. 1848.
9. High salt-induced weakness of anti-oxidative function of natriuretic peptide receptor-C and podocyte damage in the kidneys of Dahl rats / Zhu X. L., Zhang T., Xu Z. Q. [et al] // *Chin Med J (Engl)*. – 2020. – № 133(10). – pp. 1182-1191.
10. Age-dependent transcriptional alterations in cardiac endothelial cells / Emechebe U., Nelson J. W., Alkayed N. J. [et al] // *Physiol Genomics*. – 2021. – № 53(7). – pp. 295-308
11. Cooper, D. K. C. The first clinical trial-Kidney or heart? / D. K. C. Cooper, D. C. Cleveland // *Xenotransplantation*. – 2021. – № 28 (1). – P. 12644.
12. Association of Ancillary Pathology Findings in Non-neoplastic Renal Parenchyma and Renal Outcomes of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy / Geldmaker L. E., Kahn A. E., Parikh K. A. [et al] // *Front Surg*. – Apr 16, 2021. – № 8. – pp. 652-524.
13. Age-related changes in DNA methylation affect renal histology and post-transplant fibrosis / Heylen L., Thienpont B., Busschaert P. [et al] // *Kidney Int*. – 2019. – № 96(5). – pp. 1195-1204
14. Reference ranges for ultrasonographic renal dimensions as functions of age and body indices: A retrospective observational study in Taiwan / Su H. A., Hsieh H. Y., Lee C. T. [et al] // *PLoS One*. – 2019. – № 11. – P. 224785.
15. The bystander effect contributes to the accumulation of senescent cells in vivo / da Silva P. F. L., Ogrodnik M., Kucheryavenko O. [et al] // *Aging Cell*. – 2019. – Vol. 1. – № 18. – P. e12848.
16. Quantitative identification of senescent cells in aging and disease / Biran A., Zada L., Abou Karam P. [et al] // *Aging Cell*. – 2017. – № 16 (4). – pp. 661-671.
17. Cellular Senescence: Aging, Cancer, and Injury / Calcinotto A., Kohli J., Zagato E. [et al] // *Physiol Rev*. – 2019. – № 99(2). – pp. 1047-1078.
18. von Kobbe C. Targeting senescent cells: approaches, opportunities, challenges / C. von Kobbe // *Aging (Albany NY)*. – 2019. – № 11(24). – pp. 12844-12861.
19. Голубкина Е.В. Нарушения иммунного гомеостаза в возрастном аспекте / Е. В. Голубкина, М. Н. Тризно // *Цитокины и воспаление*. – 2019. – Т. 18. – № 1-4. – С. 22-27. [In English] Golubkina E.V., Trizno M.N. Disorders of immune homeostasis in the age aspect. *Cytokines and Inflammation*, 2019, vol. 18, no. 1-4, pp. 22-27.

20. Nagashima R. The Roles of Kidney-Resident ILC2 in Renal Inflammation and Fibrosis // R. Nagashima, M. Iyoda // *Front Immunol.* – 2021. – № 12 – P. 688647.
21. Москалёв А. А. Молекулярные биомаркеры старения для превентивной медицины / А. А. Москалёв // *Вестник восстановительной медицины.* – 2017. – № 1. – С. 18-29. [In English] Moskalyov A.A. Molecular biomarkers of aging for preventive medicine. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2017, no.1, pp. 18-29.
22. Comparative Histological Subtyping of Immune Cell Infiltrates in MPO-ANCA and PR3-ANCA Glomerulonephritis / Hakrrouch S., Tampe D., Ströbel P. [et al] // *Front Immunol.* – 2021. – № 12. – P. 737708
23. Lipofuscin causes atypical necroptosis through lysosomal membrane permeabilization / Pan C., Banerjee K., Lehmann G. L. [et al] // *Proc Natl Acad Sci U S A.* – 2021. – № 118(47). – P. 2100122118.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Екатерина Валерьевна Тризно – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры Патологической физиологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, e-mail: neiron-2010@mail.ru.

Диана Рафаиловна Давыдова – ассистент кафедры Патологической физиологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, e-mail: diana.davydova84@mail.ru.

Матвей Николаевич Тризно – кандидат медицинских наук, доцент кафедры Нормальной и патологической анатомии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, e-mail: pakotm@yandex.ru.

Игорь Анатольевич Беднов – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры Патологической физиологии Федерального, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, e-mail: bednovia@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ekaterina Valer'evna Trizno – Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pathological Physiology, Astrakhan State Medical University, 414000, Bakinskaia st., 121, Astrakhan, e-mail: neiron-2010@mail.ru.

Diana Rafailovna Davydova – Assistant at the Department of Pathological Physiology, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, e-mail: diana.davydova84@mail.ru.

Matvej Nikolaevich Trizno – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Pathological Physiology, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, e-mail: pakotm@yandex.ru.

Igor' Anatol'evich Bednov – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Pathological Physiology, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, e-mail: bednovia@yandex.ru.

Для цитирования: Выявление сенесцентных клеток в почках крыс при иммунопрессивном воздействии / Е.В. Тризно, Д.Р. Давыдова, М.Н. Тризно, И.А. Беднов // *Современные вопросы биомедицины.* – 2022. – Т.6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_27

For citation: Trizno E.V., Davydova D.R., Trizno M.N., Bednov I.A. Detection of senescent cells in rat kidneys with immunosuppressive effects. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_27

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_28
УДК 159.9+611.81

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_28
UDC 159.9+611.81

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОРРЕКТУРНОЙ ПРОБЫ В СТРЕССОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ У ЛИЦ С РАЗНЫМ ТИПОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В.В. Трифонов

Учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь», г. Могилев, Беларусь

Аннотация. У лиц с промежуточным и слабым типом нервной системы изучались особенности реакции организма на выполнение корректурной пробы в стрессогенных условиях. Показана связь типа нервной системы со стрессоустойчивостью и умственной работоспособностью человека. У испытуемых с промежуточным типом нервной системы стрессоустойчивость выше, чем у лиц со слабым типом нервной системы. По сравнению с лицами, имеющими промежуточный тип нервной системы у испытуемых со слабым типом нервной системы зарегистрированы более высокие значения показателей умственной работоспособности. Полученные результаты исследования дают основание предположить, что проявление когнитивных способностей человека в условиях стресса определяется типологическими особенностями нервной системы и зависит от силы действующих стресс-факторов.

Ключевые слова: когнитивные способности, стресс, стрессоустойчивость, сила нервных процессов, тип нервной системы.

FEATURES OF THE BODY'S REACTION TO PERFORMING THE DOT CANCELLATION TEST UNDER STRESSFUL CONDITIONS OF PEOPLE WITH DIFFERENT TYPES OF THE NERVOUS SYSTEM

V.V. Trifonov

Mogilev Institute of the MIA of the Republic of Belarus, Mogilev, Belarus

Annotation. In individuals with an intermediate and weak type of nervous system, the features of the body's reaction to performing the dot cancellation test under stressful conditions were studied. The connection of the type of nervous system with stress resistance and mental performance of a person was demonstrated. Subjects with an intermediate type of the nervous system have higher stress tolerance than those with a weak type of the nervous system. In comparison with people with an intermediate type of the nervous system, subjects with a weak type of the nervous system registered higher values of mental performance indicators. The results of the study suggest that the signs of a person's cognitive abilities under stress is determined by the typological features of the nervous system and depends on the strength of the acting stress factors.

Keywords: cognitive abilities, stress, stress resistance, strength of nervous processes, cognitive abilities, type of the nervous system.

Введение. Изучению влияния стрессогенных условий на когнитивные функции человека посвящено большое количество исследований. Исследованиями [1-6] установлено, что в зависимости от силы стресс-фактора стрессовая ситуация может оказывать на человека как положительное, так и отрицательное воздействие. В частности, Волков К.В. [2] определил, что многократное и плановое воздействие физических

нагрузок оказывает на умственную работоспособность позитивное влияние в виде кумулятивного эффекта. Полиевский С.А. с соавторами обнаружил у испытуемых под влиянием стрессовых воздействий возрастание кровотока в областях головного мозга, отвечающих за постановку целей, задач, планирование, целеустремленность и эмоциональность [3].

В других работах [4-5] отмечается негативное влияние стресса на человека и на его когнитивные способности. В частности, исследованиями [4] у лиц, попавших в экстремальные ситуации, выявлено ухудшение памяти, внимания, в других изысканиях [5] показано, что в стрессовой ситуации нарушаются сложные формы целенаправленного поведения, ухудшается качество восприятия, внимания и т.д.

Таким образом, стрессовые ситуации, в зависимости от силы стресс-фактора, могут оказывать на когнитивные функции человека как положительное, так и отрицательное воздействие, при этом реакция организма зависит от его стрессоустойчивости.

Ранее нами [6] отмечалось, что в формировании стрессоустойчивости можно выделить два компонента – физиологический и психологический, при этом сила процессов нервной системы (НС) играет существенную роль в обеспечении стрессоустойчивости. Данное заключение согласуется с мнением Б.М. Теплова [7], согласно которому типологические свойства НС играют определяющую роль в обеспечении стрессоустойчивости, а также В.М. Покровского и А.Н. Мингалева [8], в котором в обеспечении стрессоустойчивости наряду с психологическим компонентом отмечается ведущая роль ряда физиологических реакций.

На связь силы нервных процессов со стрессоустойчивостью и когнитивными способностями человека указывается и в других исследованиях [9-11]. В частности, Щербатых Ю.В. [11, с. 39], отмечая связь силы нервных процессов с когнитивными функциями, пишет: «Нарушение показателей внимания в первую очередь обусловлено тем, что в коре больших полушарий человека формируется стрессорная доминанта, вокруг которой формируются все мысли и переживания. При этом концентрация произвольного внимания на других объектах затруднена и отмечается повышенная отвлекаемость».

Таким образом, в настоящее время связь вегетативного компонента стрессоустойчивости с проявлением когнитивных функций в условиях стресса не вызывает сомнений.

Вместе с тем, важно отметить, что вышеприведенные результаты исследований влияния стресса на человека были получены без учета типологических свойств НС, и вопрос о воздействии стресс-факторов на когнитивные способности у лиц с разными типологическими свойствами НС в настоящее время остается малоизученным.

Цель исследования: изучить особенности реакции организма у лиц с разными типологическими свойствами НС на выполнение корректурной пробы в стрессогенных условиях

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 58 человек. Оценка силы нервных процессов осуществлялась при помощи теппинг-теста Е.П. Ильина [12], при этом обязательным условием выполнения теста была максимальная мобилизованность исследуемого.

По результатам теппинг-теста испытуемые были распределены на две группы: лица с НС промежуточного типа (группа 1) – 28 человек и с НС слабого типа (группа 2) – 30 человек.

Для исследования устойчивости и концентрации внимания испытуемые выполняли корректурную пробу Б. Бурдона [13].

Сопряженно с выполнением корректурной пробы у испытуемых регистрировались показатели вариабельности ритма сердца (ВРС). Изучалась динамика следующих показателей: индекса напряженности регуляторных систем (ИН) и индекса вегетативного равновесия (ИВР), обладающих наибольшей информативностью в плане оценки адаптационных механизмов на любое стрессогенное воздействие внешней среды [14].

Регистрация показателей теппинг-теста и ВРС осуществлялась с помощью компьютерного комплекса психофизиологической и психологической диагностики фирмы «Нейрософт».

Стрессогенность ситуации создавалась применением во время выполнения пробы следующих стресс-факторов:

- Ограничение времени выполнения корректурной пробы, так как известно, что ограничение по времени выполнения какого-либо действия является одним из сильных стресс-факторов [15].

- Новизна пробы. И.П. Павлов, указывая на силу раздражителя, как одного из важных факторов включения адаптационных реакций организма, отмечал, что сила раздражителя заключается в его новизне.

- Создание вербальных помех в процессе выполнения пробы.

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась при помощи программы STATISTICA 10.0. В связи с

малым объемом выборок (меньше 100 человек), для определения достоверности различий между средними значениями изучаемых показателей двух независимых групп (группа 1 и группа 2) нами применялась непараметрическая альтернатива t-тесту для независимых выборок – критерий серий Вальда-Вольфовица. «Критерий серий Вальда Вольфовица проверяет гипотезу о том, что две независимые выборки извлечены из двух популяций которые в чем-то существенно различаются между собой, иными словами, различаются не только средними, но и формой распределения» [16, с. 516].

Результаты исследования и их обсуждение. Показатели ВРС, зарегистрированные до и при выполнении корректурной пробы отмечены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели ВРС, зарегистрированные до и во время выполнения корректурной пробы ($\bar{x} \pm SD$)

Показатель ВРС	Группа 1		Группа 2	
	до выполнения пробы	во время выполнения пробы	до выполнения пробы	во время выполнения пробы
ИН	80,1±77,3	106,6±123,7*	53,2±47,3	76,4±87,6*
ИВР	116,7±91,8	138,0±128,2	89,6±75,3	109,3±95,9

Примечание: * – отмечены значения показателей достоверно ($p < 0,02$), отличающиеся от соответствующих величин, зарегистрированных до выполнения корректурной пробы

Как видно из таблицы 1, величины показателей ВРС, зарегистрированные у лиц первой группы, до выполнения корректурной пробы достоверно не отличались от соответствующих значений, отмеченных у испытуемых второй группы. Данное обстоятельство дает основание считать, что исходное состояние организма у лиц первой и второй группы было одинаковым, и дальнейшие изменения показателей ВРС вызваны выполнением корректурной пробы и воздействием сопряженных с ней стресс-факторов.

У лиц первой и второй группы выполнение теста сопровождалось возрастанием ИН. Так, у лиц первой группы отмечено возрастание ИН на 33,1% ($p = 0,004$), а у испытуемых второй группы – на 43,6%

($p = 0,003$). При этом значения ИВР, зарегистрированные у лиц первой и второй группы, достоверных изменений не претерпевали, в нашем случае можно говорить только о тенденции к увеличению значения этого показателя.

Возрастание показателя ИН при отсутствии достоверных изменений ИВР свидетельствует о том, что выполнение пробы в стрессогенных условиях вызывало у лиц первой и второй группы хотя и незначительную, но все же стрессовую реакцию.

Необходимо обратить внимание на разную степень выраженности изменений показателей ИН у лиц первой и второй группы. У лиц со слабым типом НС отмечается возрастание ИН в большей степени, чем у представителей с промежуточным типом НС.

Приведенный выше анализ изменений показателей ИН дает основание считать, что, во-первых, степень стрессоустойчивости определяется силой нервных процессов, во-вторых, у лиц с промежуточным типом НС стрессоустойчивость выше, чем у представителей со слабым типом НС.

Механизм такой разной по степени выраженности динамики показателей ИН у представителей первой и второй группы требует дальнейшего изучения, и в нашем случае может быть объяснен с одной стороны типологическими особенностями НС, а с другой стороны – особенностями как психической, так и высшей нервной деятельности испытуемых. Данное заключение согласуется с результатами исследования Марютиной Т.М. [17], согласно которому

стрессовая ситуация в зависимости от того значения, которое ей придает человек, может вызывать психологический стресс, нарушающий как качество восприятия, так и оценку окружающей обстановки.

Как отмечалось нами выше, стресс в зависимости от его силы и стрессоустойчивости может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на когнитивные функции человека. В нашем случае, одинаковые по силе стресс-факторы вызывают разное проявление умственной работоспособности у испытуемых с промежуточным и слабым типом НС.

Показатели умственной работоспособности, зарегистрированные у лиц с промежуточным и слабым типом НС приведены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели умственной работоспособности, отмеченные у испытуемых с промежуточным и слабым типом НС при выполнении корректурной пробы в условиях стресса

Показатель	Тип НС	
	промежуточный	слабый
Концентрация внимания	15,9±13,4	17,8±19,1*
Коэффициент умственной продуктивности	408,4±86,5	418,5±88,8*

Примечание: * – отмечены показатели достоверно ($p < 0,05$) отличающиеся от соответствующих показателей, зарегистрированных у лиц с промежуточным типом НС

Как видно из таблицы 2, у испытуемых со слабым типом НС значения изучаемых показателей умственной работоспособности были хотя и незначительно, но достоверно больше, чем у представителей с промежуточным типом НС. Так, у лиц со слабым типом НС величина показателя концентрации внимания была на 11,9%, а коэффициент умственной продуктивности на 2,4% больше значений соответствующих показателей, отмеченных у лиц с промежуточным типом НС.

Таким образом, у испытуемых со слабым типом НС по сравнению с лицами, имеющими промежуточный тип НС, в одинаковых стрессогенных условиях зарегистрированы более высокие значения показателей умственной работоспособности, что указывает на связь умственной

работоспособности с типологическими свойствами НС.

Заключение. Степень стрессоустойчивости определяется типологическими свойствами НС – у лиц с промежуточным типом НС стрессоустойчивость выше, чем у представителей со слабым типом НС.

В нашем случае воздействие одинаковых по силе стресс-факторов вызывает у испытуемых со слабым и промежуточным типом НС разное по степени выраженности проявление умственной работоспособности, что свидетельствует о связи умственной работоспособности с типологическими особенностями НС.

Вышеизложенные результаты исследования дают основание предположить, что стресс незначительной силы оказывает стимулирующее влияние на умственную

работоспособность испытуемых со слабым типом нервной системы.

Однако не исключена возможность того, что в зависимости от силы стресс-факторов, стресс может оказать негативное

воздействие на умственную работоспособность у лиц со слабым типом НС, в то время как у представителей с промежуточным типом НС наоборот вызвать ее улучшение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснов, Н. В. Физические упражнения в процессе формирования у курсантов вузов психологической устойчивости к экстремальным факторам военного труда: дис. ... канд. пед. наук / Николай Васильевич Краснов. – СПб., 1986. – 235 с.
2. Волков, К. В. Влияние физических упражнений и спорта на работоспособность при умственном труде / К. В. Волков – Л., 2010. – 102 с.
3. Полиевский, С. А. Профессиональная и военно-прикладная физическая подготовка на основе экстремальных видов спорта: монография / С. А. Полиевский, Р. Т. Раевский, Г. А. Ямалетдинова. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 378 с.
4. Чавдырова, Г. С. Проблемы стресса, психической дезадаптации и повышения стрессоустойчивости личности в условиях социальной изоляции / Г. С. Чавдырова – М., 2000. – 287 с.
5. Маришук, В. Л. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса / В. Л. Маришук, В. И. Евдокимов. – СПб.: Издательский дом «Сентябрь», 2001. – 260 с.
6. Трифионов, В. В. Стрессоустойчивость как элемент готовности сотрудника органов внутренних дел к эффективной реализации специальных мер административного принуждения (силового воздействия) / В. В. Трифионов, А. И. Каранкевич // Вестник Сибирского юридического института МВД России. – 2017 – №1(26). – С. 59-64.
7. Теплов, Б. М. Современное состояние вопроса о типах высшей нервной деятельности человека и методика их определения. Типологические свойства нервной системы и их значение для психологии // Психология индивидуальных различий / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. – М., 2000. – С. 163-178.
8. Покровский, В. М. Регуляторно-адаптивный статус в оценке стрессоустойчивости человека / В. М. Покровский, А. Н. Мингалев // Физиология человека. – 2012, – Т. 38. – № 1. – С. 77-81.
9. Основы психофизиологии экстремальной деятельности : курс лекций / Блеер А. Н. [и др.];

под ред. А. Н. Блеера. – Москва: Анита Пресс, 2006. – 380 с.

10.Топчий, М. В. Стресс как объект научной рефлексии: монография / М. В. Топчий, Т. М. Чурилова. – Ставрополь, НОУ ВПО СКЦИ, 2009. – 310 с.

11.Щербатых, Ю. В. Психология стресса и методы коррекции / Ю. В. Щербатых. – СПб.: Питер, 2006. – 256 с.

12.Методика экспресс-диагностики свойств нервной системы по психомоторным показателям Е.П. Ильина (Теппинг-тест) / Практическая психодиагностика. Методики и тесты. Учебное пособие. Ред.-сост. Д. Я. Райгородский. – Самара, 2001. – С. 528-530.

13.Баскакова, И. Л. Некоторые возможности обработки экспериментальных данных устойчивости внимания по методу корректурной пробы / И. Л. Баскакова // Вопросы психологии. – 1968. – № 3. – С. 161-167.

14.Зуйкова, А. А. Методология и теоретические основы комплексного анализа адаптационных возможностей организма человека при стрессовых ситуациях различного генеза: дис. ... доктора медицинских наук / Анна Александровна Зуйкова. – Воронеж, 2006. – 298 с.

15.Хачатурова, М. Р. Влияние стрессовых факторов на эффективность прохождения ситуации оценивания сотрудниками с различным уровнем креативности / М. Р. Хачатурова, А. А. Федорова // Социальная психология и общество. – 2018. – Т. 9. – № 1. – С. 108 – 123.

16.Боровиков, В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

17.Марютина, Т. М. Введение в психофизиологию / Т. М. Марютина, О. Ю. Ермолаев. – М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2001. – 400 с.

REFERENCES

1. Krasnov N.V. Physical exercises in the process of formation of psychological resistance to extreme factors of military labor among university cadets: an

- author's dissertation. St. Petersburg, 1986. 235 p. (in Russ.)
2. Volkov K.V. The influence of physical exercises and sports on performance in mental labor. St. Petersburg, 2010. 102 p. (in Russ.)
 3. Polievskij S.A., Raevskij R.T., Yamaletdinova G.A. Professional and military-applied physical training based on extreme sports: a monograph. Moscow: Yurajt Publishing House, 2020. 378 p.
 4. Chavdyrova G.S. Problems of stress, mental maladaptation and increasing the stress resistance of the individual in conditions of social isolation. Moscow, 2000. 287 p. (in Russ.)
 5. Marishchuk, V.L., Evdokimov V.I. Behavior and self-control of a person under stressful conditions. St. Petersburg: Publishing house "Sentyabr". 2001. 260 p.
 6. Trifonov V.V., Karankevich A.I. Resistance to stress as an element of readiness of a law enforcement officer to effective implementation of special measures of administrative coercion. *Vestnik of the Siberian Law Institute of the MIA of Russia*, 2017, no. 1 (26), pp. 59-64. (in Russ.)
 7. Teplov B.M. The current state of the question of the types of higher nervous activity of a person and the method of their identification. Typological properties of the nervous system and their significance for psychology. Psychology of individual differences. Moscow, 2000. pp. 163-178. (in Russ.)
 8. Pokrovskij V.M., Mingalev A.N. Regulatory adaptive status in assessing human stress resistance. *Human Physiology*, 2012, vol. 38, no. 1, pp. 77-81.
 9. Bleer A.N. et al. Fundamentals of the psychophysiology of extreme activity: a course of lectures. Moscow: Anita Press, 2006. 380 p. (in Russ.)
 10. Topchij M.V., Churilova T.M. Stress as an object of scientific reflection: a monograph. Stavropol, North-Caucasian Social Institute, 2009. 310 p. (in Russ.)
 11. Shcherbatykh Yu.V. Psychology of stress and methods of correction. St. Petersburg: Piter, 2006. 256 p. (in Russ.)
 12. The technique of express diagnostic of the nervous system properties according to psychomotor indicators of E.P. Il'in (Tapping test). Practical psychological diagnostics. Methods and tests. Textbook. Ed. and comp. by D.Ya. Rajgorodskij, Samara, 2001. pp. 528-530. (in Russ.)
 13. Baskakova I.L. Some possibilities of processing experimental data of attention span with the method of cancellation test. *Questions of Psychology*, 1968, no. 3, pp. 161-167. (in Russ.)
 14. Zujkova A.A. Methodology and theoretical foundations of a comprehensive analysis of the adaptive capabilities of the human body in stressful situations of various genesis: an author's dissertation. Voronezh, 2006. 298 p. (in Russ.)
 15. Khachaturova M.R., Fedorova A.A. The influence of stress factors on the effectiveness of passing the assessment by employees with different levels of creativity. *Social psychology and Society*, 2018, vol. 9, no. 1, pp. 108-123. (in Russ.)
 16. Borovikov B. STATISTICA: the art of analyzing data in a computer: for professionals. Saint Petersburg: Piter, 2003. 688 p. (in Russ.)
 17. Maryutina, T. M., Ermolaev O. Yu. Introduction to psychophysiology. Moscow: Moscow Psychological and Social Institute: Flinta, 2001. 400 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Владимир Васильевич Трифонов – доцент, Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь, Могилев, e-mail: Trif_ww@tut.by

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Vladimir Vasil'evich Trifonov – Associate Professor, Mogilev Institute of the MIA of the Republic of Belarus, Mogilev, e-mail: Trif_ww@tut.by

Для цитирования: Трифонов, В. В. Особенности реакции организма на выполнение корректурной пробы в стрессогенных условиях у лиц с разным типом нервной системы / В. В. Трифонов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_28

For citation. Trifonov V.V. Features of the body's reaction to performing the dot cancellation test under stressful conditions of people with different types of the nervous system. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_28

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_29
УДК 612.062; 613.955

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_29
UDC 612.062; 613.955

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ САХАРОЗО-ЛАКТОЗНОГО ДИСБАЛАНСА В ПИТАНИИ НА РИСК РАЗВИТИЯ ОЖИРЕНИЯ У ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ

А.Д. Цикуниб¹, А.А. Алимханова², Ф.Н. Езлю¹, С.А. Павлюченко¹

¹ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», г. Майкоп, Россия

²ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», г. Грозный, Россия

Аннотация. Целью исследования явилось выявление значимых физиолого-гигиенических аспектов влияния сахарозо-лактозного дисбаланса в питании на формирование избыточной массы тела и риск развития ожирения у девочек-подростков. Установлено, что нарушения структуры, качества и режима питания девочек-подростков (n=178, из них адыгеек – 87, чеченок – 91, проживающие в городских условиях) приводят к сахарозо-лактозному дисбалансу: потреблению сахарозы в 1,36 раза выше физиологической нормы, а лактозы – ниже оптимальных значений в 2,09 раза. В группе подростков с высоким сахарозо-лактозным дисбалансом, в сравнении с группой с низким сахарозо-лактозным дисбалансом, средние значения индекса массы тела выше в 1.4 раза, чаще выявляются нарушения биоритма эвакуационной функции кишечника и напряжение механизмов адаптации. В качестве значимого физиолого-гигиенического аспекта влияния сахарозо-лактозным дисбалансом на индекс массы тела подростков и риск развития ожирения обоснован эффект разнонаправленного влияния дисахаридов на биодоступность кальция, весоростовые показатели, адаптационный потенциал системы кровообращения и циркадианную регулярность кишечного ритма у подростков.

Ключевые слова: девочка-подросток, сахарозо-лактозный дисбаланс, индекс массы тела, ожирение, циркадианная регулярность кишечного ритма, адаптационный потенциал.

PHYSIOLOGICAL AND HYGIENIC ASPECTS OF SUCROSE-LACTOSE IMBALANCE EFFECTS IN NUTRITION ON RISK OF OBESITY IN ADOLESCENT GIRLS

A.D. Tsikunib¹, A.K. Alimkhanova², F. N. Ezlyu¹, S.A. Pavlyuchenko¹

¹Adyghe State University, Majkop, Russia

²Chechen State University, Groznyj, Russia

Annotation. The goal of this study is to substantiate the physiological and hygienic aspects of the effect of sucrose-lactose imbalance in nutrition on the formation of excess body weight and risk of obesity in adolescent girls. The study shows that disturbance of the structure, quality and pattern of diet of teenage girls (n=178, of which Adyghe – 87, Chechen – 91, living in urban conditions) lead to sucrose-lactose imbalance: sucrose consumption is 1.36 times higher than physiological standards, lactose – below optimal values by 2.09 times. The average body mass index values are 1.4 times higher in the group of adolescents with high sucrose-lactose imbalance, in comparison with the group with low sucrose-lactose imbalance. Also disorders are more often detected in the biorhythm of bowel voiding function and stress of adaptation mechanisms. The influence of the multidirectional influence of disaccharides on calcium bioaccessibility, weight and height indicators, adaptation potential of the circulatory system and circadian regularity of intestinal rhythm in adolescents are justified as physiological and hygienic aspects of the effect of sucrose-lactose imbalance on adolescent body mass index and the risk of obesity.

Keywords: adolescent girls, sucrose-lactose imbalance, body mass index, obesity, circadian regularity of intestinal rhythm, adaptation potential.

Введение. Одним из приоритетных направлений деятельности государств по сохранению и укреплению здоровья подрастающего поколения является снижение числа заболеваний, связанных с неправильным питанием, в том числе ожирением. Актуальность данной проблемы обусловлена высокими темпами увеличения распространенности ожирения среди детей и подростков практически во всем мире, в том числе и РФ. Так, в период с 1975 по 2016 год в мире произошло десятикратное увеличение ожирения среди детей и подростков [1], а в РФ количество подростков с диагнозом «ожирение», установленным впервые в жизни, с 2005 по 2020 год увеличилось в 1,57 раза [2]. Избыточный вес и ожирение среди подростков вызывают серьезную озабоченность, поскольку во взрослом возрасте они выступают риском развития целого ряда соматических заболеваний, в том числе сахарного диабета 2 типа, заболеваний сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, опорно-двигательного аппарата и др. [3-4].

Большинство авторов эпидемиологический рост ожирения детей и подростков связывают именно с нарушениями питания, ввиду того, что данный период антропогенеза сопровождается значительными изменениями физиологической потребности организма в основных пищевых веществах [5-6], что делает актуальным поиск нутрициологических маркеров, коррелирующих с снижением функциональных возможностей организма подростка, избыточной массой тела и риском развития ожирения.

Цель исследования: выявление значимых физиолого-биохимических аспектов влияния сахарозо-лактозного дисбаланса в питании на формирование избыточной массы тела и риск развития ожирения у девочек-подростков.

Методы и организация исследования. В исследованиях приняли участие девочки-подростки в возрасте 11-14 лет (n=178, из них адыгеек – 87, чеченок – 91), проживающие в городских условиях. С подписанного

добровольного согласия родителей и с их заинтересованным участием заполнены анкеты по изучению фактического питания девочек в течение недели, включая питание в школе, дома и вне дома. В рационах питания по справочным таблицам рассчитывали содержание сахарозы, лактозы, кальция и калорийность. Полученные результаты оценивали согласно рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых веществ и продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания (Приказ Минздрава России от 19 августа 2016 г. № 614) и в сравнении с «Нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1.0253-21». На основании данных анкет оценивались пищевые привычки и режим питания, а также уровень физической активности девочек: низкая – если не посещала занятий физкультурой в школе и не занималась в спортивных секциях, умеренная – если посещала школьные уроки физкультуры и высокая – если, кроме школьных занятий физкультурой, занималась в спортивной секции. Выполнены антропометрические измерения подростков, включающие определение линейного роста и веса, по которым рассчитан индекс массы тела (ИМТ) по формуле: $ИМТ = \text{масса тела (кг)} : \text{рост (м)}^2$). Оценка росто-весовых параметров проводилась с использованием референсных значений ВОЗ при помощи калькулятора AnthroPlus.

Сообразно цели исследования и учитывая, что по уровню содержания дисахаридов в рационах питания, а также показателям роста и веса статистически значимых межэтнических различий не выявлено, в дальнейшие исследования включены подростки без установленного диагноза лактазной недостаточности, которые были поделены на две условные группы по уровню сахарозо-лактозного дисбаланса (СЛД): с низким СЛД (n=30) и высоким СЛД (n=74). За низкий СЛД принимали значения индекса сахароза/лактоза менее

4,8, за высокий СЛД – более 7,5. У подростков, включенных в дальнейшие исследования по данным ауторитмометрии оценивали нарушения циркадианной регулярности кишечного ритма в три стадии: легкая – при частоте стула 5-6 раз в неделю, умеренная – 3-4 раза в неделю и тяжелая – 1-2 раза в неделю. Адаптационный потенциал (АП) системы кровообращения у девочек-подростков рассчитывали по формуле Р.М. Баевского, а состояние АП (у.е.) оценивали как: до 2,1 – удовлетворительный уровень адаптации, 2,11-3,2 – напряжение адаптации, 3,21-4,3 – неудовлетворительная адаптация, выше 4,3 – срыв процесса адаптации.

Исследования проведены на базе лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем АГУ и кафедры физиологии и анатомии человека и животных Чеченского государственного университета.

По результатам исследований рассчитывали средние величины и

стандартное отклонение ($M \pm \sigma$) при нормальном распределении признака, для качественных данных рассчитывали частоты и проценты, достоверность различий между группами оценивали по непараметрическому критерию Манна-Уитни, а в случае нормального распределения – двустороннему t-критерию Стьюдента. Обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2019.

Результаты исследования и их обсуждение. В рационах питания девочек-подростков из группы с высоким СЛД, в отличие от группы с низким СЛД, независимо от региона проживания и национальности, регулярно (ежедневно или 2-3 раза в неделю) присутствуют продукты питания с высоким содержанием сахарозы и, наоборот, цельное молоко и кисломолочные продукты девочки практически не потребляют, отдавая большее предпочтение молочным продуктам, приготовленным с добавлением сахарозы (рис. 1).

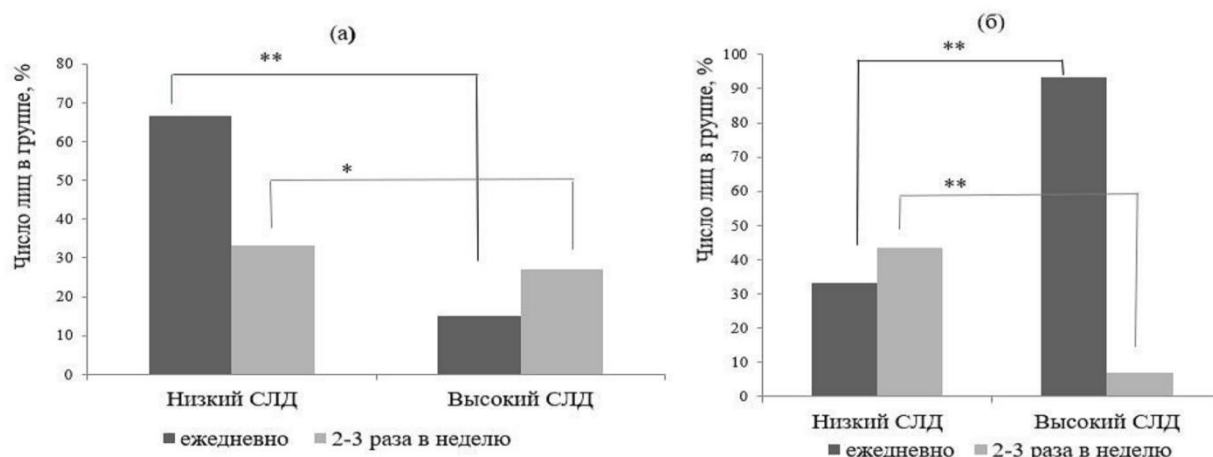


Рис. 1. Частота потребления (ежедневно и 2-3 раза в неделю) молочных продуктов (а) и пищевых продуктов с добавленной сахарозой (б) подростками с разными уровнями СЛД в питании (количество лиц в группе, %)

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$; ** – различия между группами статистически значимы при $p < 0,01$

Нарушения структуры и качества питания приводят к СЛД: потреблению сахарозы в 1,36 раза выше физиологических норм, лактозы – ниже оптимальных значений в 2,09 раза. При этом, у подростков из группы

с высоким СЛД содержание общего кальция в рационах питания ниже в 1,29, а кальция молочного – в 1,73 раза, в сравнении с группой с низким СЛД (рис. 2).

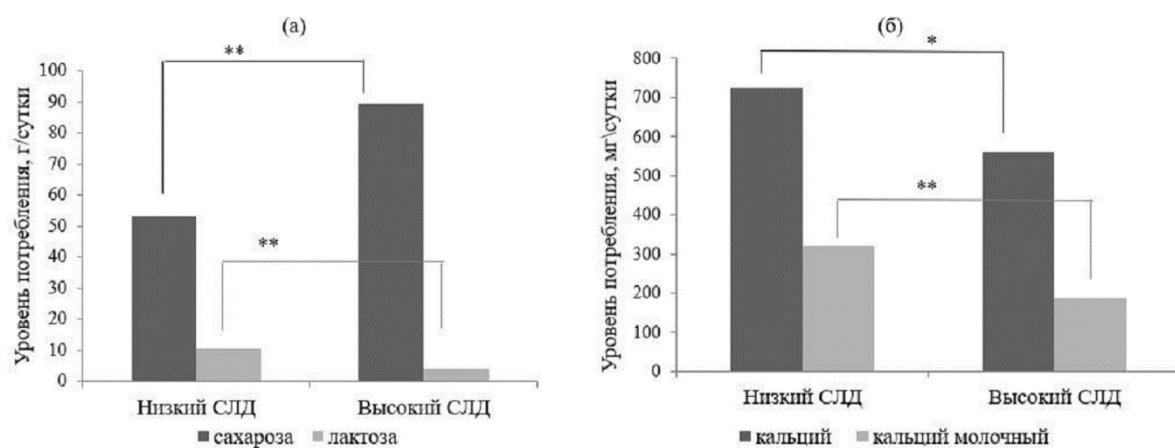


Рис. 2. Уровни потребления дисахаридов (сахарозы и лактозы), г/сутки (а) и кальция, в том числе молочного, мг/сутки (б) подростками с разными уровнями СЛД в питании

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$; ** – различия между группами статистически значимы при $p < 0,01$

В группе с высоким СЛД, в сравнении с группой с низким СЛД, средние значения ИМТ в 1,4 раза выше, выявляются как повышенная (у 31,1%), так и избыточная (у 2,7%) массы тела (табл. 1).

Наши исследования не только подтвердили известный факт сопряженности избыточного веса и избыточного потребления сахарозы [5-6], но и показали, что СЛД усугубляет риск формирования избыточной массы тела у подростков, не только из-за избытка сахарозы в питании, но и низкого уровня лактозы, которая, в отличие от сахарозы, может способствовать развитию здоровой массы тела благодаря низкому гликемическому индексу и генерированию

короткоцепочечных жирных кислот [7]. Из полученных нами данных видно, что разница в ИМТ между группами складывается не только из-за разницы в весе (у девочек с высоким СЛД вес выше в среднем в 1,2 раза), но и из-за разницы в росте (у девочек с высоким СЛД средние значения роста ниже на 4,8 см), что может быть связано, с одной стороны, с низким уровнем содержания кальция в рационах питания подростков при высоком СЛД, а с другой – эффектом разнонаправленного действия дисахаридов на усвоение кальция: сахароза снижает, а лактоза, наоборот, повышает биодоступность кальция [8].

Таблица 1

Показатели ИМТ у девочек-подростков с различными уровнями СЛД в питании

Показатель	низкий СЛД	высокий СЛД
Рост, см	159,6±3,68	154,6±4,9*
Вес, кг	55,2±3,1	65,9±4,12**
ИМТ, кг/м ²	19,7±1,6	27,6±3,1**
Оценка ИМТ по соответствию массы тела росту, %:		
норма	93,3	66,2**
незначительный недобор	6,7	0,0
немного повышенный	0,0	31,1
избыточный вес (первая степень ожирения)	0,0	2,7

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – достоверность различий с группой с низким СЛД

Дополнительным нутрициологическим фактором, способствующим риску развития ожирения, может также выступить нарушение режима питания: большинство девочек из группы с высоким СЛД пропускают наиболее важные приемы пищи (завтрак и обед), что приводит к частым перекусам, а основной прием пищи у большинства переносится на ужин (табл. 2).

Взаимосвязь нарушения режима питания с риском развития ожирения большинство исследователей связывают с нарушением

циркадианного ритма эвакуаторной функции кишечника, являющегося одним из фундаментальных биоритмов, обеспечивающих нормальное пищеварение [9]. При высоком СЛД в питании у подростков в 2,6 раза чаще выявляются нарушения биоритма эвакуационной функции кишечника и в 2,7 раза чаще – напряжение механизмов адаптации, а по уровню физической активности достоверных различий с подростками из группы с низким СЛД не выявлено (табл. 3).

Таблица 2

Особенности режима питания у подростков с разными уровнями СЛД (количество лиц в группе, %)

Показатель	Низкий СЛД	Высокий СЛД
Кратность приема пищи в сутки, %: <3 /3 />3	16,7/60,0/23,3	10,8/25,7*/63,5 **
Время основного приема пищи, %: завтрак /обед /ужин	33,3/63,3/3,3	12,2*/6,5*/51,4 **
Нарушение режима питания 2-3 раза в нед., %: не завтракают /не обедают /не ужинают	6,7/10,0/3,3	20,3*/20,3*/2,7
Прием пищи ночью, %	0,0	6,8

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – достоверность различий между группами

Таблица 3

Биоритм эвакуационной функции кишечника, физическая активность и адаптационный потенциал подростков с разными уровнями СЛД (количество лиц в группе, %)

Показатель	Низкий СЛД	Высокий СЛД
Нарушения биоритма эвакуационной функции кишечника (стадии): легкая/умеренная/тяжелая	6,7/3,3/0	13,5*/9,5*/2,7
Уровень физической активности, %: низкая/умеренная/высокая	0/90,0/10,0	6,8/87,8/5,4
Время, проводимое в положении сидя после занятий в школе >3 ч/сут	56,7	62,2
Прогулки на свежем воздухе >0,5 ч/сут	16,7	12,2
Оценка адаптационного потенциала:		
удовлетворительная адаптация	90,0	66,2*
напряжение механизмов адаптации	10,0	27,0*
неудовлетворительная адаптация	0,0	6,8
срыв адаптации	0,0	0,0

Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий между группами

Полученные нами данные не только подтверждают предикторную значимость запоров в развитии ожирения, но и позволяют расширить доказательную базу взаимосвязи и взаимообусловленности этих

двух патологий через механизм разнонаправленного влияния дисахаридов на микробиому кишечника. Известно, что повышенное потребление сахарозы изменяет пул углеводов, доступных

микробиому, создавая более благоприятную среду для условно-патогенной и патогенной флоры [10], а лактоза, наоборот, обладает пребиотическим потенциалом, стимулирует пролиферацию грамположительной микрофлоры в толстом кишечнике, снижает риск развития запоров и уменьшает риск развития ожирения [11].

В нашем исследовании уровень физической активности у подростков с высоким СЛД в питании сопоставим с таковым у подростков с низким СЛД, однако опрос показал, что подростки из обеих групп в положении сидя после школы проводят в среднем 4-6 часов в сутки, а гиподинамия выступает самостоятельным фактором риска как распространения запоров, так и риска развития ожирения, особенно в условиях избыточного потребления калорий, как наблюдается в группе с высоким СЛД.

Как известно, адаптация и гомеостаз – это два конечных результата, которые организуют функционирование отдельных систем и всего организма в целом [12]. Исходя из этого, негативное влияние высокого СЛД в питании на АП у подростков можно объяснить напряжением гомеостатического

регулирования уровня глюкозы, вызванном изменениями гормонального, в первую очередь, инсулино-адреналинового профиля на фоне регулярного избыточного потребления сахарозы и постабсорбтивных гипергликемических эффектов.

Заключение. Выдвинута и доказана гипотеза о том, что высокий уровень СЛД в питании, характерный для большинства подростков, выступает риском развития ожирения. Значимым физиолого-гигиеническим аспектом влияния СЛД на ИМТ подростков и риск развития ожирения является эффект разнонаправленного влияния дисахаридов на биодоступность кальция, весо-ростовые показатели, адаптационный потенциал системы кровообращения и циркадианную регулярность кишечного ритма у подростков.

Сокращение потребления сахарозы и повышение уровня потребления лактозы в составе молочных продуктов может быть частью стратегии по снижению распространенности избыточной массы тела и риска развития ожирения у подростков с лактазной персистенцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults / L. Abarca-Gómez, Z. A. Abdeen, Z. A. Hamid [et al] // *The Lancet*. – 2017. – Vol. 390. – № 10113. – pp. 2627-2642.
2. *Здравоохранение в России: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики (Росстат); редкол.: А. Е. Суринов (пред.) и др. – Офиц. изд. – Москва: Росстат, 2021. – (пос. Правдинский (Моск. обл.): Росинформгруппа).*
3. Ожирение у детей: состояние проблемы / Безрукова Д. А., Джумагазиев А. А., Богданьянц М. В. [и др.] // *Астраханский медицинский журнал*. – 2017. – Т. 12. – № 3. – С. 13-21.
4. Khan, T. A. Controversies about sugars: results from systematic reviews and metaanalyses on obesity, cardiometabolic disease and diabetes/ T. A. Khan, J. L. Sievenpiper // *Eur J Nutr*. – 2016. – № 55(2). – pp. 25-43.
5. Te Morenga, L. Dietary sugars and body weight: systematic review and metaanalyses of randomised controlled trials and cohort studies / L. Te Morenga, S. Mallard, J. Mann // *BMJ*. – 2012. – № 346. – P. e7492.
6. Хамраева, Ф. М. Актуальные проблемы ожирения среди детей и подростков и методы их профилактики / Ф. М. Хамраева // *Интернаука*. – 2020. – № 18-1(147). – С. 57-58.
7. Schönfeld, P. Short- and medium-chain fatty acids in energy metabolism: the cellular perspective / P. Schönfeld, L. Wojtczak // *J Lipid Res*. – 2016. – № 57(6). – pp. 943-954.
8. Intervention for the promotion on the consumption of milk and dairy products as a strategy to reduce overweight in adolescents of México / Radilla Vázquez C. C., Gutiérrez Tolentino R., Vega Y León S. [et al.] // *Nutr Hosp*. – 2019. – № 36(3). – pp. 526-537.
9. Costs of health care for irritable bowel syndrome, chronic constipation, functional diarrhoea

and functional abdominal pain / Nyrop K. A., Palsson O. S., Levy R. L. [et al.] // *Aliment Pharmacol Ther.* – 2007. – № 26(2). – pp. 237-248.

10. The effect of diet on the human gut microbiome: a metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice / Turnbaugh P. J., Ridaura V. K., Faith J. J. [et al.] // *Sci Transl Med.* – 2009. – № 1(6). – pp. 6-14.

11. Лактазная недостаточность у детей и возможности ее диетической коррекции / Боровик Т. Э., Скворцова В. А., Рославцева Е. А. [и др.] // *Вопросы современной педиатрии.* – 2004. – Т. 3. – № 3. – С. 76-82.

12. Аверьянов, А. П. Вегетативный гомеостаз и особенности адаптации у детей с ожирением / А. П. Аверьянов // *Проблемы эндокринологии.* – 2006. – Т. 52. – № 6. – С. 21-26.

REFERENCES

1. Abarca-Gómez L., Abdeen Z. A., Hamid Z. A. et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 2017, vol. 390, no. 10113, pp. 2627-2642. DOI 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.

2. Health care in Russia: statistical compilation. Federal State Statistics Service (Rosstat). Editorial board: A.E. Surinov (chairman) et al. Official edition. Moscow: Rosstat, 2021. (Pravdinsky settlement (Moscow region): Rosinformagrotech). (in Russ)

3. Bezrukova D.A., Dzhumagaziev A.A., Bogdan-yants M.V., Akmaeva L.M., Usaeva O.V., Trubina E.V. Obesity in children: state of the problem. *As-trakhan Medical Journal*, 2017, vol. 12, no. 3, pp. 13-21. (in Russ)

4. Khan T.A., Sievenpiper J.L. Controversies about sugars: results from systematic reviews and meta-analyses on obesity, cardiometabolic disease and diabetes. *Eur J Nutr*, 2016, no. 55(2), pp. 25-43.

5. Te Morenga L., Mallard S., Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies. *BMJ*, 2012, no. 346, p. e7492.

6. Khamraeva F.M. Actual problems of obesity among children and adolescents and methods of their prevention. *Internauka*, 2020, no. 18-1(147), no. 57-58. (in Russ)

7. Schönfeld P., Wojtczak L. Short- and medium-chain fatty acids in energy metabolism: the cellular perspective. *J Lipid Res*, 2016, no. 57(6), pp. 943-954.

8. Radilla Vázquez C.C., Gutiérrez Tolentino R., Vega Y León S., Vázquez M.R., Herrera M.C., Delgado R.D.M. Intervention for the promotion on the consumption of milk and dairy products as a strategy to reduce overweight in adolescents of México. *Nutr Hosp.*, 2019, no. 36(3), pp. 526-537.

9. Nyrop K.A., Palsson O.S., Levy R.L., Von Korff M., Feld A.D., Turner M.J., Whitehead W.E. Costs of health care for irritable bowel syndrome, chronic constipation, functional diarrhoea and functional abdominal pain. *Aliment Pharmacol Ther*, 2007, no. 26(2), pp. 237-248.

10. Turnbaugh P.J., Ridaura V.K., Faith J.J., Rey F.E., Knight R., Gordon J.I. The effect of diet on the human gut microbiome: a metagenomic analysis in humanized gnotobiotic mice. *Sci Transl Med.*, 2009, no. 1(6), pp. 6-14.

11. Bоровик Т.Э., Скворцова В.А., Рославцева Е.А., Ятсык Г.В., Лукочанова О.Л., Степанова Т.Н., Семенова Н.Н., Беляева И.А., Сирота А.В. Lactase deficiency in children and possibilities of its dietary correction. *Current Pediatrics*, 2004, vol. 3, no. 3, pp. 76-82. (in Russ.)

12. Аверьянов А.П. Автономный гомеостаз и специфические особенности адаптации у детей с ожирением. *Problems of endocrinology*, 2006, vol. 52, no. 6, pp. 21-26. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Аминет Джахфаровна Цикуниб – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп, e-mail: cikunib58@mail.ru.

Аминат Хамзатовна Алимханова – ассистент кафедры физиологии и анатомии человека и животных Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова, Грозный, e-mail: a.alimhanova@mail.ru.

Фатима Нурбиевна Езлю – эксперт-нутрициолог лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп.

Светлана Андреевна Павлюченко – эксперт-биохимик лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ комплексных проблем ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», Майкоп, e-mail: s.pavluchenko@adygnet.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aminet Dzhakhfarovna Tsikunib – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Nutritional Sciences, Ecology and Biotechnologies, Research Institute for Complex Problems at Adyghe State University, Majkop, e-mail: cikunib58@mail.ru.

Aminat Khamzatovna Alimkhanova – Assistant of the Department of Human and Animal Physiology and Anatomy, Chechen State University, Groznyj, e-mail: a.alimhanova@mail.ru.

Fatima Nurbieva Ezlyu – Dietician of the Laboratory of Nutritional Sciences, Ecology and Biotechnologies, Research Institute for Complex Problems at Adyghe State University, Majkop.

Svetlana Andreevna Pavlyuchenko – Biochemist of the Laboratory of Nutritional Sciences, Ecology and Biotechnologies, Research Institute for Complex Problems at Adyghe State University, Majkop, e-mail: s.pavluchenko@adygnet.ru.

Для цитирования: Физиолого-гигиенические аспекты влияния сахарозо-лактозного дисбаланса в питании на риск развития ожирения у девочек-подростков / А.Д. Цикуниб, А.А. Алимханова, Ф.Н. Езлю, С.А. Павлюченко // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_29

For citation. Tsikunib A.D., Alimkhanova A.K., Ezlyu F.N., Pavlyuchenko S.A. Physiological and hygienic aspects of sucrose-lactose imbalance effects in nutrition on risk of obesity in adolescent girls. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_29

КУРОРТОЛОГИЯ И РЕАБИЛИТАЦИЯ

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_30
УДК 616-001-3; 616.748

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_30
UDC 616-001-3; 616.748

ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ МОТОРНОЙ СФЕРЫ ПАЦИЕНТОВ С ОТДАЛЕННЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМЫ ГРУДО-ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

А.А. Качесова, Е.Н. Щурова, М.С. Сайфутдинов, О.Г. Прудникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова», г. Курган, Россия

Аннотация. Изучение состояния моторной сферы у пациентов с отдаленными последствиями травмы грудно-поясничного отдела позвоночника с частичным повреждением спинного мозга типа В и С по шкале ASIA (American Spinal Injury Association). Полученные результаты показали, что при неполном повреждении спинного мозга типа В амплитуда М-ответов мышц нижних конечностей была значительно снижена относительно показателей контрольной группы (на 26-76,1%, $p<0,05$). У пациентов с типом С амплитуда М-ответов достоверно не отличалась от нормы. Сила мышц нижних конечностей в исследуемой группе пациентов выражено снижена, в сравнении со значениями контрольной группы (на 74-89%, $p<0,05$). Анализ результатов Walk-теста у пациентов с типом С показал достаточно большой диапазон варьирования показателей, по всей видимости обусловленный неоднородностью выборки и различной степенью развития компенсаторных явлений в моторной сфере.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма, грудно-поясничный отдел, отдаленный период, частичное повреждение спинного мозга, М-ответы мышц нижних конечностей, сила мышц, двигательная функция.

MOTOR SYSTEM FEATURES OF PATIENTS WITH LONG-TERM CONSEQUENCES OF THE THORACOLUMBAR SPINE TRAUMA

A.A. Kachesova, E.N. Shchurova, M.S. Sajfutdinov, O.G. Prudnikova

National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russia

Annotation. Study of the state of the motor sphere in patients with long-term consequences of the thoracolumbar spine trauma with partial damage to the spinal cord type B and C according to the ASIA (American Spinal Injury Association) scale. The obtained results revealed that in case of incomplete injury of the spinal cord type B, the amplitude of the M-response of the lower extremities' muscles was significantly reduced relative to the parameters of the control group (26-76.1%, $p<0.05$). In patients with type C, the amplitude of M-response did not significantly differ from the standard. The strength of the muscles of the lower extremities in the study group of patients was significantly reduced in comparison with the same indicator in the control group (74-89%, $p<0.05$). Analysis of the Walk-test results in patients with type C showed a fairly large range of variation in indicators, apparently due to the heterogeneity of the sample and the different degree of development of compensatory phenomena in the motor system.

Keywords: spinal cord injury, thoracolumbar spine, long-term period, partial injury to the spinal cord, M-response of the muscles of the lower extremities, muscle strength, motor function.

Введение. Грудно-поясничный отдел позвоночника представляет собой систему, где жесткий грудной отдел, несущий ребра, сочленяется с более подвижным поясничным в грудно-поясничном соединении (Th₁₁-

L₂ позвонки) [1]. Вследствие того, что этот отдел позвоночника является основной несущей конструкцией тела, он подвержен воздействию широкого спектра биомеханических сил и имеет высокий риск переломов

[1-3]. Частота травматического повреждения грудно-поясничного отдела позвоночника колеблется от 23 до 67% всех переломов позвоночного столба [4-6].

Повреждение грудно-поясничного перехода может привести к потенциально опасным для жизни последствиям с появлением значительного неврологического дефицита (в 33-65% случаев) [7-9].

На уровне грудно-поясничного отдела позвоночника, в ограниченном пространстве расположены различные структуры спинного мозга: нижнегрудной и поясничный отдел спинного мозга, медуллярный конус, поясничные и крестцовые спинномозговые корешки [10]. При травматизации грудно-поясничного отдела позвоночника деструктивные факторы могут способствовать обширному повреждению спинного мозга и его структур, усложняя и смешивая неврологические паттерны поражения [11]. Кроме того, известно, что медуллярный конус имеет переменную локализацию между уровнями позвонков Th₁₂ и L₂, и при его травматическом повреждении неврологический дефицит может быть различен [12].

Несмотря на большое количество сообщений об оценке и лечении переломов и

вывихов грудно-поясничного отдела позвоночника, немногие исследования адекватно оценивали сопутствующие повреждения спинного мозга [13-15].

Цель работы – изучить особенности состояния моторной сферы у пациентов с отдаленными последствиями травмы грудно-поясничных сегментов позвоночника с неполным повреждением спинного мозга типа В и С (по ASIA).

Методы и организация исследования. Дизайн исследования – проспективное контролируемое моноцентровое исследование. Критериями включения являлись: поздний период повреждения спинного мозга, тип В и С неврологических нарушений (по ASIA), уровень повреждения – грудно-поясничный отдел позвоночника. Критерии исключения: острый и промежуточный периоды повреждения спинного мозга, тип А, D (по ASIA), повреждение позвоночника на уровне шейного и грудного отделов (табл. 1).

Всем пациентам ранее было проведено хирургическое лечение (декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства). Пациенты проходили курсы лечебно-реабилитационных мероприятий.

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика обследованных пациентов

Показатели	Грудно-поясничный (n=22)
Возраст (годы)	34,5±2,4 (от 18 до 61 лет)
Гендерный состав	мужчин – 17 женщин – 5
Давность травмы (годы)	4,2±0,8 (от 1,5 года до 16)
Уровень повреждения позвоночника	Позвонки Th ₁₁ – 5 пациентов, Th ₁₂ – 10 пациентов, L ₁ – 7 пациентов.
Двигательные нарушения	У 11 пациентов была определена нижняя параплегия, у 11 – нижний парапарез.
Чувствительные нарушения	Определено наличие гипестезии с дерматомов: Th ₁₀ – в 2 случаях, Th ₁₁ – 3, Th ₁₂ – 7, L ₁ – 3, L ₂ – 2, L ₃ – 1, L ₄ – 2. Анестезия была выявлена с уровня L ₁ дерматома в одном случае, L ₂ – у 4 больных, L ₄ – 2 пациентов, L ₅ – в 2 случаях.

Исследования были проведены в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации с последующими дополнениями. Пациенты подписывали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований и публикацию данных без идентификации личности.

С помощью поверхностной электромиографии (ЭМГ) производили оценку амплитуды моторных ответов (М-ответов) мышц нижних конечностей. ЭМГ-обследования проводились по методике, разработанной А.П. Шеиным с соавт., с использованием цифровой системы Viking EDX (Natus Medical Incorporated, США). В качестве контрольной группы использованы ранее опубликованные результаты обследования 32 здоровых людей в возрасте от 17 до 24 лет [16].

Силу мышц нижних конечностей исследовали с помощью динамометрических стенов для бедра и голени [17-18]. Производили расчёт сначала абсолютного максимального момента силы (H^*m), а потом – относительного (с учетом массы тела) момента силы мышц нижних конечностей (H^*m/kg). Контрольную группу составили 15 обследуемых в возрасте от 25 до 40 лет, у которых отсутствовали клинические признаки неврологического дефицита, травмы и хирургических вмешательств на позвоночнике, спинном мозге, нижних конечностях.

Двигательную функцию (при возможности) и общее качество походки исследовали с помощью 10-метрового Walk-теста [19-20]. Пациенты ходили со вспомогательными средствами опоры (ходунки, трость) с предпочтительной скоростью ходьбы по 10-метровой дорожке без какого-либо перерыва до конечной точки. Определялось время на 6 промежуточных метрах. Рассчитывалась скорость ходьбы (м/с).

Анализ полученных данных производился с помощью программы Microsoft Excel 2010, надстройки AtteStat. Характер распределения исследуемых результатов

определялся с помощью критерия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При нормальном типе распределений значимость изменений оценивалась с использованием параметрического t-критерий Стьюдента. При отсутствии нормального распределения использовался непараметрический принцип статистической обработки, где данные представлены в виде медианы (Me), первого (Q1) и третьего (Q3) квартилей и использовались непараметрические методы статистического анализа: критерий знаковых рангов Вилкоксона для связанных выборок, U-критерий Манна-Уитни для несвязанных выборок. Критический уровень значимости при проверке статистических результатов принимался равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе состояния двигательной сферы пациенты были распределены на 2 группы, в зависимости от типа повреждения спинного мозга (по шкале ASIA): 1 группа – пациенты с типом В; 2 группа – тип С. Обследуемые группы пациентов не различались по давности травмы, полу, уровню повреждения позвоночника, возрасту (табл. 2).

В группе пациентов с типом В амплитуда М-ответов мышц нижних конечностей в исследуемых отведениях (табл. 3) достоверно снижена, в сравнении с показателями контрольной группы: справа – на 27,1-72,0% ($p < 0,05$); слева – на 32,8-76,1% ($p < 0,05$). Коэффициент асимметрии между М-ответами мышц контралатеральных конечностей составлял 13,1-31,2% ($p < 0,05$). В норме данный показатель не превышает 18% [16]. Можно сделать вывод, что во всех отведениях, кроме *m. tibialis anterior*, даже в отсутствии статистически значимых различий между множеством амплитудных значений общая асимметрия М-ответов повышена по сравнению с показателями контрольной группы (табл. 3).

У пациентов с типом С отсутствовали статистически значимые отличия от уровня нормы показателей М-ответов (табл. 4).

Таблица 2

Распределение пациентов с отдаленными последствиями позвоночно-спинномозговой травмы грудно-поясничного отдела позвоночника в зависимости от типа повреждения спинного мозга (по шкале ASIA)

Показатели	Тип повреждения спинного мозга (по шкале ASIA)	
	В	С
Давность травмы (годы)	4,3±1,0	4,2±1,3
Возраст (годы)	34,0±1,9	35,6±6,1
Количество пациентов (n)	15	7
Гендерный состав	Мужчины – 13 пациентов Женщины – 2 пациента	Мужчины – 4 пациента Женщины – 3 пациента
Уровень повреждения позвоночника	Th ₁₁ позвонок - 3 пациента Th ₁₂ позвонок – 7 пациентов L ₁ позвонок – 5 пациентов	Th ₁₁ позвонок – 2 пациента Th ₁₂ позвонок – 3 пациента L ₁ позвонок – 2 пациента
Чувствительные нарушения (n)	Гипестезия: с Th ₁₀ – 2; Th ₁₁ – 3; Th ₁₂ – 2; L ₁ – 3; L ₂ – 2; L ₄ – 1. Анестезия: с L ₁ – 1; L ₂ – 4; L ₄ – 2; L ₅ – 1.	Гипестезия: с Th ₁₂ – 5; L ₄ – 1; L ₃ – 1. Анестезия: с L ₅ – 1.
Двигательные нарушения	Нижняя параплегия – 10 пациентов. Нижний парапарез – 5 пациентов.	Нижняя параплегия – 1 пациент. Нижний парапарез – 6 пациентов.

Таблица 3

Результаты статистической характеристики амплитуды М-ответа (мВ) мышц нижних конечностей у пациентов с частичным повреждением грудно-поясничного отдела спинного мозга в отдаленном периоде заболевания (тип В по шкале ASIA)

Мышца (ведущий корешок)	Сторона	Статистические характеристики М-ответа пациентов (n=15)			Показатели контрольной группы (n=32)	
		M ±SD	Me [Q ₁ ; Q ₃]	As, %	M ±SD	As, %
m.rectus fem. (L ₄)	Правая	10,3±3,7*	11,3 [8;1;2,3]	27,5 p=0,11	21,6±3,7	10,9±1,5
	Левая	8,3±3,9*	7,5 [5,7; 9,9]		21,7±3,9	
m.tibialis ant. (L ₅)	Правая	5,5±1,0*	5,2 [4,7; 5,8]	13,1 p=0,90	7,9±1,7	13,0±0,7
	Левая	5,3±1,3*	5,3 [3,7; 6,0]		7,6±1,6	
m.ext.dig.br. (L ₅)	Правая	3,0±1,8*	2,5 [2,0; 3,2]	21,8 p=0,93	10,4±3,9	10,9±0,6
	Левая	3,0±1,6*	3,2 [1,9; 3,5]		10,9±3,6	
m.gastrocn. (c. lat.) (S ₁)	Правая	8,7±7,3*	7,5 [3,8; 9,5]	20,9 p=0,83	31,3±7,8	14,9±0,9
	Левая	7,6±4,6*	8,0 [3,9; 8,5]		31,9±6,0	
m.flex.dig.br. (S ₁)	Правая	6,5±4,7*	6,1 [4,4; 7,8]	31,25 p=0,96	17,8±6,7	9,2±0,4
	Левая	6,0±3,6*	5,7 [4,7; 6,4]		16,1±5,9	

Примечание: * – достоверность отличия от показателей контрольной группы. Значимость различий медиан оценивалась критерием Вилкоксона для парных выборок ввиду малого объема анализируемого массива данных

Таблица 4

Статистические характеристики амплитуды М-ответа (мВ) мышц нижних конечностей у пациентов с частичным повреждением грудно-поясничного отдела спинного мозга в отдаленном периоде заболевания (тип С по шкале ASIA)

Мышца (ведущий корешок)	Сто- рона	Статистические характеристики М-ответа пациентов (n=7)			Показатели кон- трольной группы (n=32)	
		M ± SD	Me [Q ₁ ; Q ₃]	As, %	M ± SD	As, %
m.rectus fem. (L ₄)	Правая	13,7±3,41	13,5 [11,0; 13,5]	14,9 p=0,7 9	21,6±3,7	10,9±1,5
	Левая	12,9±5,09	13,6 [11,5; 13,6]		21,7±3,9	
m.tibialis ant. (L ₅)	Правая	5,2±3,15	4,6 [3,5; 4,6]	22,8 p=0,8 4	7,9±1,7	13,0±0,7
	Левая	4,8±1,32	5,0 [3,8; 5,0]		7,6±1,6	
m.ext.dig.br. (L ₅)	Правая	3,4±1,13	3,6 [2,0 ; 3,6]	36,0 p=0,3 3	10,4±3,9	10,9±0,6
	Левая	3,0±1,73	3,2 [1,4; 3,2]		10,9±3,6	
m.gastroc. (c.lat.) (S ₁)	Правая	9,2±7,59	8,2 [2,3; 8,2]	20,9 p=0,7 4	31,3±7,8	14,9±0,9
	Левая	9,4±6,75	9,6 [3,1; 9,6]		31,9±6,0	
m.flex.dig.br. (S ₁)	Правая	5,9±6,36	4,3 [2,3; 4,3]	24,44 p=0,2 7	17,8±6,7	9,2±0,4
	Левая	7,4±6,47	5,3 [4,5; 5,3]		16,1±5,9	

Примечание: значимость различий медиан оценивалась критерием Вилкоксона для парных выборок ввиду высокого уровня вариативности и небольшого объема анализируемого массива данных

Данный факт может быть обусловлен высокой вариативностью данного параметра в этой группе обследуемых. Асимметрия электрической активности между симметричными отведениями правой и левой конечностей составляла 14,9-36,0% ($p > 0,05$). Показатель асимметрии М-ответов в большинстве отведений оказался повышенным, за исключением m. rectus femoris, несмотря на отсутствие статистической значимости (табл. 4).

При проведении сравнительного анализа показателей амплитуды М-ответов в группе с типом В и С было выявлено достоверное отличие только при обследовании m. rectus fem. В группе пациентов с типом С М-ответы были достоверно выше справа на 33% ($p = 0,044$), слева на 55% ($p = 0,020$) в сравнении с показателями пациентов с

В типом. Величины М-ответов других мышц нижних конечностей не имели достоверных отличий в этих двух группах ($p > 0,05$).

У пациентов с отдаленными последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в грудно-поясничном отделе позвоночника с типом С проведено исследование мышечной силы нижних конечностей (табл. 5). Величина отличия от показателей контрольной группы варьировала от 74 до 89% ($p < 0,05$). Наибольший процент снижения регистрировался при обследовании сгибателей голени (87,5-89%, $p < 0,05$). Асимметрия силы мышц сгибателей голени превышала уровень нормы [16], хотя достоверные отличия моментов силы на правой и левой нижней конечности отсутствовали ($p > 0,05$) (табл. 6).

Таблица 5

Показатели абсолютного (H^*m) и относительного (H^*m/kg) максимального момента силы мышц нижних конечностей у пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в грудно-поясничном отделе позвоночника тип С (по шкале ASIA) ($M \pm m$)

Группы Мышц	Моменты силы	Группы обследуемых		
		Контрольная группа n=15	Обследуемые пациенты, n=7	Отличие от нормы (%)
Разгибатели голени	АМС	186,2±5,6 (2n=30)	42,3±9,7* (2n=14)	- 77
	ОМС	2,4±0,1 (2n=30)	0,53±0,1* (2n=14)	- 78
Сгибатели голени	АМС	152,4±6,8 (2n=30)	17,0±7,2* (2n=14)	- 89
	ОМС	2,0±0,07(2n=30)	0,25±0,1* (2n=14)	- 87,5
Подошвенные сгибатели стопы	АМС	171,0±7,4(2n=30)	44,7±14,8*(2n=4)	-74
	ОМС	2,2±0,1(2n=30)	0,58±0,2*(2n=4)	-74
Тыльные сгибатели стопы	АМС	51,5±1,9 (2n=30)	9,0±2,5*(2n=4)	- 82
	ОМС	0,68±0,06(2n=30)	0,12±0,04*(2n=4)	- 82

Примечание: * – достоверность отличия показателей от уровня нормы, $p < 0,01$; АМС – абсолютный момент силы; ОМС – относительный момент силы; 2n – количество обследованных конечностей

Таблица 6

Асимметрия абсолютного (H^*m) и относительного (H^*m/kg) максимального момента силы мышц сгибателей и разгибателей голени у пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в грудно-поясничном отделе позвоночника типа С (по шкале ASIA) ($M \pm m$)

Группы мышц	Моменты силы	Пациенты с травматической болезнью спинного мозга		
		Справа (n=7)	Слева (n=7)	Асимметрия (%)
Разгибатели голени	АМС	37,7±8,8	46,8±18,1 $p=0,33$	19,5
	ОМС	0,47±0,2	0,58±0,2 $p=0,34$	19,0
Сгибатели голени	АМС	14,7±9,2	19,4±1,8 $p=0,38$	24,2
	ОМС	0,21±0,2	0,30±0,2 $p=0,36$	30,0

Примечание: АМС – абсолютный момент силы; ОМС – относительный момент силы

У пациентов данной группы (тип С) также проводили оценку ходьбы с помощью 10-метрового Walk-теста. Обследуемые перемещались с использованием вспомогательных средств опоры (ходунки, трость) с комфортной, произвольной скоростью (табл. 7).

Анализ результатов Walk-теста в этой группе пациентов показывает достаточно большой диапазон варьирования значений: времени теста – от 12,5 до 40,5 с; скорости ходьбы – от 0,15 до 0,42 м/с. У 4 пациентов время теста было больше, чем в норме

(на 23-102%), в двух случаях меньше (на 21,5-37,5%). Аналогичная ситуация наблюдалась и при анализе скорости передвижения (табл. 7). Данный факт может быть обусловлен неоднородностью выборки обследуемых, разной степенью развития компенсаторных явлений в моторной сфере.

В отдаленный период после позвоночно-спинномозговой травмы формируется комплекс грубых неврологических нарушений и ограниченных функциональных возможностей сенсомоторной системы пациентов.

Таблица 7

Результаты 10-метрового Walk-теста у пациентов с последствиями позвоночно-спинно-мозговой травмы в грудно-поясничном отделе позвоночника тип С (по шкале ASIA)

Паци- енты	Характер нижнего парапареза	Вспомогатель- ные средства опоры	Время Walk-теста (с)			Ско- рость ходьбы (м/с)
			1 измере- ние	2 измере- ние	3 измере- ние	
П. № 1	грубый	ходунки	33,2	32,0	31,6	0,19
П. № 2	грубый	ходунки	34,1	35,4	36,5	0,17
П. № 3	умеренный	трость	15,6	15,7	13,5	0,40
П. № 4	умеренный	ходунки	15,7	15,7	12,5	0,42
П. № 5	грубый	ходунки	39,7	40,2	40,5	0,15
П. № 6	легкий	ходунки	23,1	24,7	24,6	0,25

Примечание: время Walk-теста в норме – 20 с; скорость ходьбы – 0,3 м/с

Тем не менее, травма грудно-поясничного отдела позвоночника коррелировала со значительно лучшим прогнозом по сравнению с шейными, грудными и груднопоясничными повреждениями. Вероятно, это связано с наличием в конском хвосте нервных корешков вместо спинного мозга. Нижние двигательные нейроны или периферические нервные корешки, которые, как известно, обладают повышенной способностью к самовосстановлению и прорастанию нервов после травмы. [11-12]. По результатам исследования S.J. Liu и соавт. (2019), при неполном повреждении эпиконуса спинного мозга наблюдалась атипичная неврологическая картина с нарушением сенсорной, двигательной, мочевыделительной функций [14].

Широко используемая стандартная неврологическая оценка (с применением шкал ISNCSCI и ASIA) является приблизительной и неточной, она не дает возможности точно определить изменения при двигательных и чувствительных расстройствах, характерных для данной категории пациентов [21].

В нашей работе, у пациентов с отдаленными последствиями позвоночно-спинно-мозговой травмы в грудно-поясничном отделе позвоночника были проведены исследования амплитуды М-ответов мышц нижних конечностей при наличии типа В и С, оценка силы мышц нижних конечностей

и двигательной функции (10-метровый Walk-тест) у пациентов с типом С.

При В типе М-ответы мышц нижних конечностей были значительно снижены (на 27-76%). У пациентов с С типом этот показатель статистически достоверно не отличался, в сравнении с контрольной группой (высокая вариабельность), что позволило провести оценку силы мышц нижних конечностей (преимущественно сгибателей и разгибателей голени) и ходьбы со вспомогательными средствами опоры (ходунки, трость).

Анализ литературы показал, что значительная степень восстановления опорно-двигательного аппарата у млекопитающих с травмой спинного мозга может быть объяснена реорганизацией сохраненных нервных путей [22]. Восстановление шаговых движений может происходить даже после тяжелой, неполной травмы спинного мозга у крыс и людей [23]. Было подсчитано, что если пощадить всего 10-15% нисходящих спинномозговых путей, то некоторые двигательные функции могут восстанавливаться [22-23].

Кроме того, восстановление двигательной функций после травмы спинного мозга частично обусловлено нейропластическими изменениями или реорганизацией центральной нервной системы [24].

После травмы спинного мозга нейропластические изменения могут

сформироваться в коре и стволе головного мозга, спинном мозге, периферической нервной системе [26-29]. В отдаленный период после повреждения спинного мозга нейропластичность реализуется, как правило, в виде изменений синаптической эффективности, которая модулируется долгосрочным потенцированием, а также регенерацией и прорастанием аксонов [22].

Тем не менее, функциональное значение нейропластичности после травматического повреждения спинного мозга по-прежнему остается неопределенным. В некоторых ситуациях изменения пластичности могут привести к функциональному улучшению, а в других случаях – иметь дезадаптивный характер [22, 30].

Большинство пациентов с травмой спинного мозга, классифицированных по шкале AIS как А и В типы, демонстрируют феномен быстрого угнетения электромиографии (ЭМГ) [30].

Повреждение грудно-поясничного отдела позвоночника (Th₁₂-L₁ позвонки) характеризуется травматизацией спинного мозга, конуса, эпиконуса и спинно-мозговых корешков. Отдаленные последствия повреждений с развитием рубцово-спаечного процесса, формированием астроглиально-фиброзного рубца могут способствовать снижению и потере функции спинного мозга и его структур и вследствие этого – значительных моторных нарушений.

В нашей работе объективные инструментальные исследования моторных функций у пациентов с отдаленными последствиями позвоночно-спинномозговой травмы с частичным повреждением спинного мозга определили значительный разброс показателей, что обусловлено

неоднородностью выборки обследуемых и травматического повреждения, особенностями протекания посттравматических патологических и компенсаторных процессов.

Широкий диапазон нарушений показывает разброс соответствующих ему уровней посттравматической нейропластичности, отражающих реабилитационный потенциал обследуемых пациентов.

Таким образом, представленные в работе данные инструментального, объективного тестирования состояния моторной системы больных с отдаленными последствиями позвоночно-спинномозговой травмы позволяют выбирать адекватные для них методы реабилитации и режимы их использования для того, чтобы направлять текущие нейропластические процессы на восстановление моторной функции и минимизировать их дезадаптивные свойства.

Заключение. При травме грудно-поясничного отдела позвоночника в отдаленном периоде тип В (по ASIA) амплитуда М-ответов мышц нижних конечностей была достоверно снижена. У пациентов с типом С М-ответы не имели статистически значимых отличий от нормы. Силовые характеристики были значительно снижены, в сравнении со значениями контрольной группы, особенно сгибателей голени. Анализ результатов исследования двигательной функции с помощью Walk-теста у пациентов с типом С показал достаточно большой диапазон варьирования показателей. Вышеперечисленные результаты могут быть обусловлены неоднородностью выборки, разной степенью развития компенсаторных нейропластических явлений в моторной сфере пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Management of thoracolumbar spine fractures / K. Wood, W. Li, D. Lebl, A. Ploumis // *Spine J.* – 2014. – Vol. 14. – № 1. – pp. 145-164. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.10.041.
2. Resnick, D. Biomechanics of the thoracolumbar spine / D. Resnick, S. Weller, E. Benzel // *Neurosurg Clin N Am.* – 1997. – Vol.8. – № 4. – pp. 455-469.
3. Особенности сагиттального баланса пациентов при посттравматических деформациях грудного и поясничного отделов позвоночника / Шульга А. Е., Зарецков В. В., Островский В. В. [и др.] // *Гений ортопедии.* – 2021. – Т. 27. – № 6. – С. 709-716. DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-6-709-716>. [In English] Shul'ga A.E., Zaretskov V.V., Ostrovskij V.V., Bazhanov S.P.,

- Likhachev S.V., Smolkin A.A. Peculiarities of the sagittal balance of patients with post-traumatic deformities of the thoracic and lumbar spine. *Genij Ortopedii*. 2021, vol.27, no 6, pp.709-716. DOI: 10.18019/1028-4427-2021-27-6-709-716.
4. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery / Reinhold M., Knop C., Beisse R. [et al] // *Eur Spine J.* – 2010. – Vol. 19. – № 10. – pp. 1657-1676. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1451-5>.
5. The Conservative Treatment of Traumatic Thoracolumbar Vertebral Fractures / Spiegel U., Fischer K., Schmidt J. [et al] // *Dtsch Arztebl Int.* – 2018. – Vol. 115. – № 42. – pp. 697-704. DOI: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0697>.
6. Incidence of adult traumatic spinal cord injury in Saint Petersburg, Russia / Mirzaeva L., Gilhus N., Lobzin S., Rekan T. // *Spinal Cord.* – 2019. – Vol. 57. – № 8. – pp. 692-699. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0266-4>.
7. Odle, T.G. Computed Tomography of Thoracolumbar Spine Trauma / T.G. Odle // *Radiol Technol.* – 2017. – Vol. 88. – № 3. – pp. 299-319.
8. Traumatic spinal injury: global epidemiology and worldwide volume / Kumar R., Lim J., Mekary R. [et al] // *World Neurosurg.* – 2018. – Vol. 113. – pp. 345-363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.02.033>.
9. Waddell, W. Thoracolumbar Spine Trauma / W. Waddell, R. Gupta, B. Stephens // *Orthop Clin North Am.* – 2020. – Vol. 52. – № 4. – pp. 481-489. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocl.2021.05.014>.
10. Incidence of traumatic spinal cord injury worldwide: a systematic review / Jazayeri S.B., Beygi S., Shokraneh F. [et al] // *Eur Spine J.* – 2015. – Vol. 24. – № 5. – pp. 905-918. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3424-6>.
11. Individual resilience in rural people: a Queensland study, Australia. / Hegney D.G., Buikstra E., Baker P. [et al] // *Rural Remote Health.* – 2007. – Vol. 7. – № 4. – P. 620.
12. Retrospective analysis of thoracolumbar junction injuries using the thoracolumbar injury severity and classification score, american spinal injury association class, injury severity score, age, sex, and length of hospitalization / S. Dodwad, S. Dodwad, R. Wisneski, S. Khan // *J Spinal Disord Tech.* – 2015. – Vol. 28. – № 7. – pp. 410-416.
13. Heterogeneity among traumatic spinal cord injuries at the thoracolumbar junction: helping select patients for clinical trials / Liu S., Wang Q., Tang H. [et al] // *Spinal Cord.* – 2019. – Vol. 57. – № 11. – pp. 72-978. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0317-x>.
14. Результаты применения промежуточных транспедикулярных винтов при повреждениях переходного грудопоясничного отдела позвоночника / Лихачев С.В., Зарецков В.В., Арсениевич В.Б. [и др.] // *Гений ортопедии.* – 2020. – Т. 26. – № 4. – С. 548-554. DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-548-554>. [In English] Likhachev S.V., Zaretskov V.V., Arsenievich V.B., Ostrovskij V.V., Shulga A.E., Zaretskov A.V. Outcomes with fracture level transpedicular screws used for thoracolumbar junction fractures. *Genij Ortopedii*, 2020, vol. 26, no. 4, pp. 548-554. DOI: <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-548-554>.
15. Шеин, А. П. Локальные и системные реакции сенсомоторных структур на удлинение и ишемию конечностей / А. П. Шеин, М. С. Сайфутдинов, Г. А. Криворучко. – Курган: ДАММИ, 2006. – 284 с. [In English] Shein A.P., Sajfutdinov M.S., Krivoruchko G.A. Local and systemic responses of sensorimotor structures to limb elongation and ischemia. Kurgan: “DAMMI”, 2006, 284 p. (In Russ.)
16. Shchurov, V.A. Femoral Muscle Dynamometer / V.A. Shchurov, T.I. Dolganova, D.V. Dolganov // *Biomedical Engineering.* – 2014. – Vol. 48. – № 1. – pp. 30-32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10527-014-9410-9>.
17. Shchurov, V.A. Device for Measuring Lower Leg Muscle Strength / V.A. Shchurov, T.I. Dolganova, D.V. Dolganov // *Biomedical Engineering.* – 2016. – Vol.50. – № 2. – pp. 124-127. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10527-016-9602-6>.
18. Dobkin, B. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? / B. Dobkin // *Neurol Rep.* – 2006. – № 66. – pp. 584-586.
19. Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults / Hardy S.E., Perera S., Roumani Y.F. [et al] // *J Am Geriatr Soc.* – 2007. – Vol. 55. – pp. 1727-1734.
20. International standards for neurological classification of spinal cord injury: impact of the revised worksheet (revision 02/13) on classification performance / Schuld C., Franz S., Brüggemann K. [et al] // *J Spinal Cord Med.* – 2016. – Vol. 39. – № 5. – pp. 504-512. DOI: <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1180831>.
21. Dietz, V. Restoration of sensorimotor functions after spinal cord injury / V. Dietz, K. Fouad // *Brain.*

- 2014. – Vol. 137. – № 3. – pp. 654-667. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/awt262>.
22. Validation of the weight-drop contusion model in rats: a comparative study of human spinal cord injury / Metz G. A., Curt A., van de Meent H. [et al] // *J Neurotrauma*. – 2000. – Vol. 17. – pp. 1-17.
23. Dietz, V. Neuronal plasticity after a human spinal cord injury: positive and negative effects / V. Dietz // *Exp Neurol*. – 2012. – Vol. 235. – № 1. – pp. 110-115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2011.04.007>.
24. Гусев, Е. И. Пластичность нервной системы / Е. И. Гусев, П. Р. Камчатнов // *Журн. неврол. и психиат.* – 2004. – № 3. – С. 73-79. [In English] Gusev E.I., Kamchatnov P.R. Plasticity of the nervous system. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii imeni S.S. Korsakova*, 2004, no. 3, pp. 73-79. (in Russ.)
25. Cortical reorganization after spinal cord injury: always for good? / K. Moxon, A. Oliviero, J. Aguilar, G. Foffani // *Neuroscience*. – 2014. – Vol. 283. – pp. 78-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.06.056>.
26. Mohammed, H. Cortical Reorganization of Sensorimotor Systems and the Role of Intracortical Circuits After Spinal Cord Injury / H. Mohammed, E. R. Hollis // *Neurotherapeutics*. – 2018. – Vol. 15. – № 3. – pp. 588-603. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13311-018-0638-z>.
27. Electroencephalography as a Biomarker for Functional Recovery in Spinal Cord Injury Patients / Simis M., Camsari D. D., Imamura M. [et al] // *Front Hum Neurosci*. – 2021. – Vol. 15. – pp. 548558. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.548558>. eCollection 2021.
28. Ozdemir, R. A. Afferent input and sensory function after human spinal cord injury / R. A. Ozdemir, M. A. Perez // *J Neurophysiol*. – 2018. – Vol. 119. – № 1. – pp. 134-144. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00354.2017>.
29. Undirected compensatory plasticity contributes to neuronal dysfunction after severe spinal cord injury / Beauparlant J., van den Brand R., Barraud Q. [et al] // *Brain*. – 2013. – Vol. 136. – Pt. 11. – pp. 3347-3361. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/awt204>.
30. Gassert, R. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective / R. Gassert, V. Dietz // *J Neuroeng Rehabil*. – 2018. – Vol. 15. – № 1. – pp. 46. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0383-x>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анастасия Анатольевна Качесова – аспирант, врач-невролог ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9065-7388>, Scopus Author ID: 57212025292, eLibrary SPIN: 9539-6217, Researcher ID: ABB-6024-2022, e-mail: k-an-an@inbox.ru.

Елена Николаевна Щурова – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник научной лаборатории Клиники патологии позвоночника и редких заболеваний ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0816-1004>, Scopus Author ID: 6602428322, eLibrary SPIN: 6919-1265, Researcher ID: B-6692-2018. e-mail: elena.shurova@mail.ru.

Марат Саматович Сайфутдинов – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник научной лаборатории Клиники патологии позвоночника и редких заболеваний ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, 640014, г. Курган, ул. М Ульяновой 6. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7477-5250>; eLibrary SPIN: 2811-2992, e-mail: maratsaif@yandex.ru

Оксана Германовна Прудникова – доктор медицинских наук, нейрохирург, травматолог-ортопед, старший научный сотрудник, заведующая травматолого-ортопедическим отделением №10 клиники патологии позвоночника и редких заболеваний ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1377>, eLibrary SPIN: 1391-9051, Researcher ID: U-2039-2018, e-mail: pog6070@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anastasia Anatol'evna Kachesova – Post-Graduate Student, Neurologist, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9065-7388>, eLibrary SPIN: 9539-6217, Researcher ID: ABB-6024-2022, e-mail: k-an-an@inbox.ru.

Elena Nikolaevna Shchurova – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Clinical Laboratory of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0816-1004>; Scopus Author ID: 6602428322, eLibrary SPIN: 6919-1265, Researcher ID: B-6692-2018, e-mail: elena.shurova@mail.ru

Marat Samatovich Sayfutdinov – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Clinical Laboratory of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7477-5250>, eLibrary SPIN: 2811-2992, e-mail: maratsaif@yandex.ru.

Oksana Germanovna Prudnikova – Doctor of Medical Sciences, Neurosurgeon, Traumatologist-Orthopedist, Senior Researcher, Head of the traumatology and orthopedic department No. 10 Clinical Laboratory of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Orthopaedics and Traumatology, Kurgan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1432-1377>, eLibrary SPIN: 1391-9051, Researcher ID: U-2039-2018, e-mail: pog6070@gmail.com.

Для цитирования: Особенности состояния моторной сферы пациентов с отдаленными последствиями травмы грудно-поясничного отдела позвоночника / А.А. Качесова, Е.Н. Щурова, М.С. Сайфутдинов, О.Г. Прудникова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_30

For citation: Kachesova A.A., Shchurova E.N., Sajfutdinov M.S., Prudnikova O.G. Motor system features of patients with long-term consequences of the thoracolumbar spine trauma. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_30

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_31
УДК 712; 551.58; 796.5

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_31
UDC 712; 551.58; 796.5

ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО МАРШРУТА ТЕРРЕНКУРА «ДЕТСКАЯ ТРОПА» Г. ЮЖНО-САХАЛИНСК

Ю.В. Корягина, Н.П. Поволоцкая, С.В. Нопин, Г.Н. Тер-Акопов, А.Н. Попов

Федеральное государственное бюджетное учреждение Северо-Кавказского федерального научно-клинического центра федерального медико-биологического агентства, г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Целью работы явилось изучение ландшафтно-климатического потенциала терренкура «Детская тропа» спортивно-туристический комплекс «Горный воздух» и оценка перспектив его использования в рекреационных видах деятельности. Проведенный комплексный анализ модулей рекреационного ландшафта, элементов биоклимата и экологического состояния показал, что ландшафтно-климатический потенциал «Детской тропы» достаточно высокий и достигает 2,38 балла, что в соответствии с действующей курортологической классификацией соответствует 1-му рангу. Здесь гармонично сочетаются разнообразие растительности вдоль тропы (2,56 балла – уникальное) при низких рекреационных нагрузках на природный ландшафт (3 балла – уникальные условия), высокое пейзажно-эстетическое качество природных панорам (2 балла – 1 ранг), самодостаточный биоклиматический режим местности (2,13 – 1 ранг), создающие широкие перспективы для развития оздоровительного туризма.

Ключевые слова: ландшафтно-климатический потенциал, терренкур, экология, биоклимат, оздоровительный туризм, рекреация, Сахалин.

LANDSCAPE AND CLIMATIC POTENTIAL OF THE HEALTH ROUTE OF THE “DETSKAYA TROPA” TERRAIN CURE WALKING PATH IN YUZHNO-SAKHALINSK

Yu.V. Koryagina, N.P. Povolotskaya, S.V. Nopin, G.N. Ter-Akopov, A.N. Popov

FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Annotation. The aim of the work was to study the landscape and climatic potential of the “Detskaya tropa” (“Children's Track”) terrain cure walking path of the “Gornyj Vozdukh” (“Mountain Air”) sports tourism complex and to assess the prospects for its use in recreational activities. A comprehensive analysis of the recreational landscape modules, elements of the bioclimate and ecological state showed that the landscape and climatic potential of the “Detskaya tropa” walking path is quite high and reaches 2.38 points, which, in accordance with the current balneological classification, corresponds to the 1st rank. Here, the diversity of vegetation along the trail is harmoniously combined (2.56 points – unique) with low recreational loads on the natural landscape (3 points – unique conditions), high landscape and aesthetic quality of natural panoramas (2 points – 1 rank), self-sufficient bioclimatic regime of the terrain (2.13 – 1 rank), creating broad prospects for the development of health tourism.

Keywords: landscape and climatic potential, terrain cure walking path, ecology, bioclimate, health tourism, recreation, Sakhalin.

Введение. Актуальность исследования вызвана высоким спросом общества на оздоровительный туризм на основе использования благоприятных природных лечебных ресурсов, к которым относятся лечебный климат и рекреационный ландшафт [1-2]. В этой связи представляется важным

исследовать потенциал для развития летнего оздоровительного активного отдыха и туризма в горной части города Южно-Сахалинск в спортивно-туристическом комплексе (СТК) «Горный воздух», эффективно развивающем в настоящее время зимние виды спорта и туризма. Данная

местность расположена в районе формирующейся комплексной рекреации, обладает специфичным ландшафтом таежной зоны и муссонным климатом, потенциально привлекательна для оздоровительного лечения, рекреации и физкультурно-спортивной деятельности.

Эффективность рекреационных мероприятий зависит от наличия, разнообразия и качества природных лечебных ресурсов, прежде всего ландшафта и биоклимата местности, возможности их многофункционального использования в лечебных и оздоровительных целях, что и определило цель исследования.

Работа выполнена по договору № 123-22 от 24 февраля 2022 г. с Областным автономным учреждением «Спортивно-туристический комплекс «Горный воздух» (ОАУ СТК «Горный воздух») на выполнение НИР «Оценка ландшафтно-климатического потенциала рекреационных пешеходных маршрутов СТК «Горный воздух» Сахалинской области».

Цель работы: изучение ландшафтно-климатического потенциала терренкура «Детская тропа» СТК «Горный воздух» и оценка перспектив его использования в рекреационных видах деятельности.

Методы и организация исследования. Материалами исследования служили результаты комплексного маршрутного мониторинга (биоклиматического, ландшафтного, экологического) на терренкуре «Детская тропа»; справочные материалы многолетних (метеорологических, гелиофизических, экологических) наблюдений по метеостанции Южно-Сахалинска, руководящие документы, СНИПы, ГОСТы, государственные доклады, научные статьи.

Исследование включало маршрутный мониторинг (биоклиматический, ландшафтный, экологический) на терренкуре «Детская тропа»; комплексные методы и модели оценки климата и ландшафта для целей курортологии и оздоровительного туризма [3-9], математико-аналитические методы оценки ландшафтно-климатического потенциала (ЛКП).

Маршрутные ландшафтно-климатические наблюдения терренкура «Детская тропа» проводились с 17 по 28 июня 2022 г. Программа исследования включала замеры концентрации легких аэроионов положительного и отрицательного заряда (подвижностью $K > 0,5 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$), количества аэрозольных частиц различных размерных градаций (8 градаций в диапазоне от 0,2 до 10 мкм) в приземной атмосфере (на уровне дыхания – 1,5 м), определение температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра, количества и формы облаков, мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения, оценку состояния орографии, растительности, природных панорам.

Оценка ЛКП проводилась комплексным методом модульного анализа курортологической значимости элементов ландшафта (рельефа, растительности, водных объектов, их пейзажно-эстетического качества), биоклимата (метеорологических, радиационных, циркуляционных, ионизационных), экологического состояния природной среды по методике [8] с выделением категорий их пригодности для целей оздоровительного туризма по принятым в курортологии градациям:

- особо благоприятные – 3 балла;
- благоприятные – 2 балла;
- относительно благоприятные – 1 балл;
- неблагоприятные – 0 баллов.

Усредненный ЛКП территории оценивался по величине $K_i(\text{ЛКП})$, рассчитанной как частное из суммы модульных оценок исследованных элементов ландшафта, биоклимата и экологического состояния окружающей среды по формуле: $K_i(\text{ЛКП}) = [K_{1\text{ср}}(\text{ЛРП}) + K_{2\text{ср}}(\text{ККП}) + K_{3\text{ср}}(\text{ЭППС})]/n$, где $K_{1\text{ср}}$, $K_{2\text{ср}}$, $K_{3\text{ср}}$ – средние градации степени благоприятности ландшафтно-рекреационного ландшафта (ЛРП), биоклиматического потенциала (ККП) и экологического потенциала природной среды (ЭППС); $n=3$ – число рассмотренных средних модулей ЛКП.

При $K_i(\text{ЛКП})=2,5-3,0$ балла ЛКП оценивается как очень высокий, соответствующий

падающему воздействию природных условий на организм человека и особо благоприятным условиям для проведения оздоровительного отдыха на свежем воздухе; при $K_i(\text{ЛКП})=1,6-2,4$ баллов – высокий – щадяще-тренирующему действию и благоприятным условиям для проведения оздоровительного отдыха на свежем воздухе; при $K_i(\text{ЛКП})=0,6-1,5$ баллов – повышенный – тренирующему воздействию и относительно благоприятным условиям; при $K_i(\text{ЛКП})\leq 0,5$ баллов – раздражающему действию и неблагоприятным условиям для оздоровительного туризма.

При проведении исследования использовались приборы: малогабаритный счетчик аэроионов МАС-01 (с ПО для ПК), госреестр №20429-11; метеоскоп-М (с ПО для ПК), госреестр № 32014-11; дозиметр-РадиаСкан-801 (с ПО для ПК), госреестр №

69478-17; анализатор аэрозоля САЧМ 4801-0,1 в мобильном исполнении (с ПО для ПК), госреестр №6.76936-19; люксметр DT-1309, 6015 80 990 0, ТН ВЭД ЕАЭС.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным рекогносцировочных обследований, на терренкуре «Детская тропа» было выделено 7 площадок – станций терренкура (СТ) для указанных выше комплексных наблюдений, по материалам которых были разработаны предложения по их рациональному использованию при оздоровительном туризме. Протяженность терренкура «Детская тропа» составляет 2700 м, перепады высот – 244 м. Конфигурация данного терренкура представлена в координатах СТ в таблице 1 и графически – на рисунке 1, где указаны местоположения СТ с различными ландшафтно-климатическими условиями.

Таблица 1

Рекогносцировочная схема маршрута терренкура «Детская тропа»
СТК «Горный воздух» г. Южно-Сахалинск

№ СТ	Описание местоположения	С. широта/ В. долгота, °	Высота НУМ, м
СТ1-1	Начало тропы, вход снизу (нижний стенд)	46°57'23"/ 142°46'58"	321
СТ1-2	Нижний пик (смотровая площадка)	46°57'34"/ 142°46'51"	360
СТ1-3	Гравийная площадка у памятника	46°57'26"/ 142°47'05"	410
СТ1-4	1-й столб-якорь	46°57'23"/ 142°47'13"	422
СТ1-5	Смотровая площадка с деревянным настилом (вид на город)	46°57'08"/ 142°47'12"	480
СТ1-6	Верхний вход на тропу	46°57'34"/ 142°46'24"	540
СТ1-7	Верхний стенд – находится за пределами терренкура выше тропы на 300 м	46°57'3"/ 142°47'31"	565

Примечание: СТ – станция терренкура

Маршрут терренкура «Детская тропа» начинается в верхней части горы Большевик и проходит серпантинном по склонам горы до места окончания трассы «Спортивная».

Это наиболее доступный маршрут терренкура, конфигурация которого позволяет дозировать физическую нагрузку, применяя его в лечебных, оздоровительных и спортивных целях. На терренкур «Детская тропа»

можно зайти как со стороны городской зоны, так и с вершины горы Большевик. Этот маршрут территориально привязан к новой, бурно развивающейся рекреационной зоне района турбазы «Динамо».

Данный маршрут терренкура характеризуется благоприятным микроклиматом с самодостаточными условиями для природной аэротерапии, с природными условиями слабой горной гипоксии – до 4% (табл. 2).

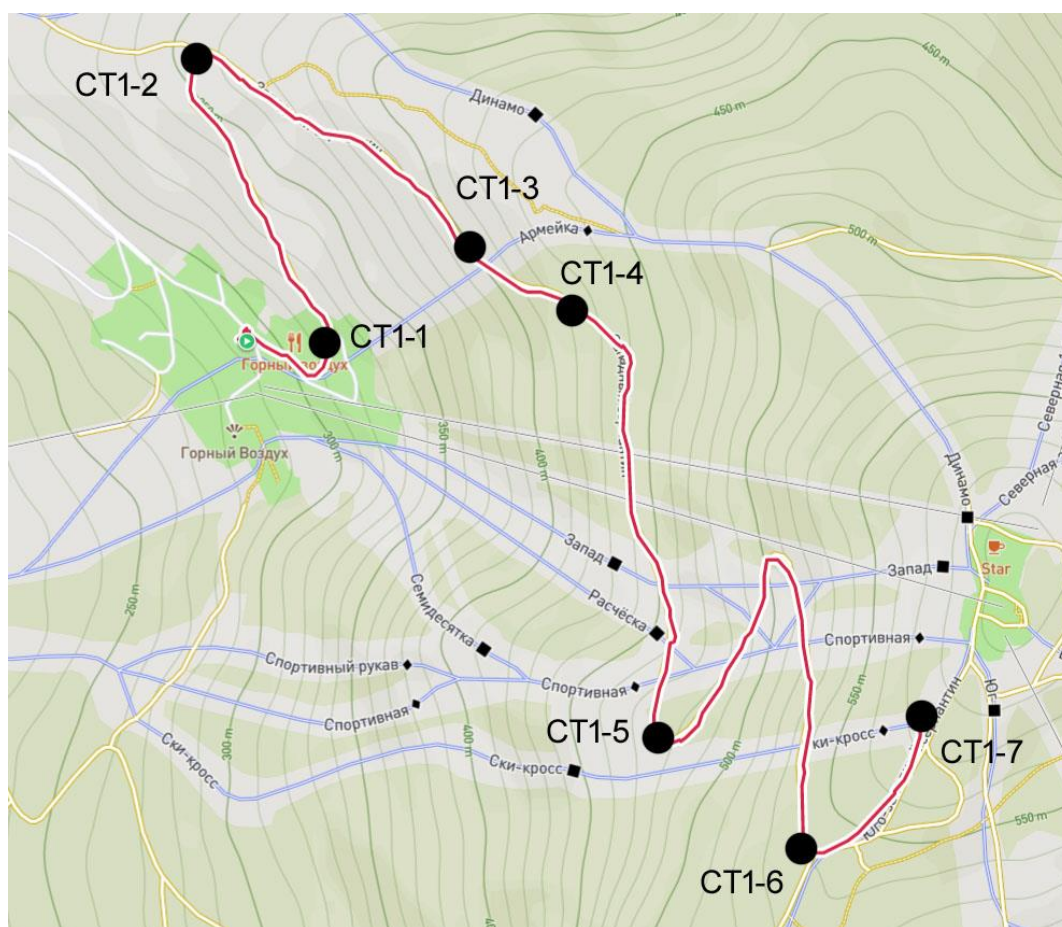


Рис. 1. Схема маршрута терренкура «Детская тропа» СТК «Горный воздух» г. Южно-Сахалинск

Таблица 2
Микробиоклиматические особенности на маршруте терренкура «Детская тропа» СТК «Горный воздух» г. Южно-Сахалинск

№СТ	Показатели микробиоклимата							
	T, °C	ОВ, %	СВ, м/с	ДВ, гПа	O, г/м ³	$\sum [(N)+(N+)] / \text{КУИ, фон}$	МАЭД мкЗв/ч	О/К, лк
СТ1-1	12,0	85	0,2-2,5	964	271	4410/1,12	0,12	14,6/3,3
СТ1-2	10,5	90	0,2-4,2	960	270	4570/0,92	0,05	13,8/3,3
СТ1-3	19,8	59,7	0,2-2,4	960	263	3800/0,62	0,09	19,5-4,95
СТ1-4	15,5	79	0,1-0,2	953	262	4180/0,59	0,05	23,5/13,6
СТ1-5	15,6	77	0,2-2,2	947	261	3720/0,60	0,06	22,3/13,5
СТ1-6	13,5	80	0,2-1,8	940	261	2757/0,31	0,05	23,6/6,9
СТ1-7	18	66,3	0,3-1,5	941	261	5390/0,59	0,07	23,4/16,7

Примечание: T, °C – температура воздуха; ОВ, % – относительная влажность; СВ, м/с – скорость ветра; ДВ, гПа – давление воздуха; O, г/м³ – кислородообеспеченность; $\sum [(N+) + (N-)] / \text{КУИ}$, ион/см³ – фон аэроионизации на тропе; МАЭД, мкЗв/ч – мощность амбиетного эквивалента дозы, мкЗв/ч (безопасная – до 0,5 микрозиверт в час; норма: 0,2 микрозиверт в час); О/К – освещенность, люкс (лк) – освещенность на открытом месте (О), освещенность под кроной деревьев (К), СТ – станция терренкура

Особенности орографии на горе Большевик способствуют усилению вентиляционного эффекта, что обеспечивает на территории терренкура «Детская тропа» высокую степень чистоты приземной атмосферы, повышенный природный фон суммарной ионизации воздуха достигал 4570 ион/см^3 , при коэффициенте униполярности ионов $0,31-1,12$. Этим объясняется высокая степень «свежести» воздуха и его чистота (по данным КУИ). Указанную тенденцию подтверждает низкий уровень аэрозольного загрязнения атмосферы в различных диапазонах размерных величин аэрозоля (рис. 2).

Общий уровень загрязнения на СТ1-1 был наиболее высоким – на входе на тропу на нижней станции – общее содержание аэрозоля там достигало 49390 частиц/л . Данный уровень аэрозольного загрязнения приземной атмосферы соответствует фоновому уровню для чистых природных местностей [8]. Минимальные значения мелкодисперсного аэрозоля отмечались собственно на первой трети маршрута терренкура «Детская тропа» и, особенно, в районе смотровой площадки – 3319 частиц/л .

Были рассмотрены значения мелкодисперсного аэрозоля с размером частиц $500-1000 \text{ нм}$ (беспрепятственно проникающих в

дыхательные пути до поверхности альвеол), для которых определены допустимые уровни аэрозольной нагрузки [9] (рис. 3).

СТ1-2 также обладает высокой суммарной аэроионизацией $\sum[(N+) + (N-)] = 4570 \text{ ион/см}^3$, при низком КУИ=0,92. Эта станция пользуется большой популярностью у посетителей в связи с наличием привлекательных природных панорам как в горной местности, так и на части равнины с городской инфраструктурой (рис. 4).

На терренкуре «Детская тропа» микроклиматические различия по температуре воздуха ($5,1^\circ$) были связаны с особенностями солнечного освещения и микроциркуляции приземной атмосферы ($4,1 \text{ м/с}$) на склонах различной ориентации, высоты местности над уровнем моря ($321-565 \text{ м НУМ}$). Благодаря высокой курортологической значимости приземной атмосферы и окружающего ландшафта вершина и склоны горы Большевик могут быть использованы для ландшафтной релаксации. Маршрут терренкура «Детская тропа» практически на всем его протяжении характеризуется уникально чистой (ниже фонового уровня 3000 частиц/л для размерного ряда аэрозоля $500-1000 \text{ нм}$) и высококачественной приземной атмосферой (КУИ ниже 1,0; уровень анионов $\sum(N-)$ выше 1200 ион/см^3), обладающей высокими оздоравливающими функциями.

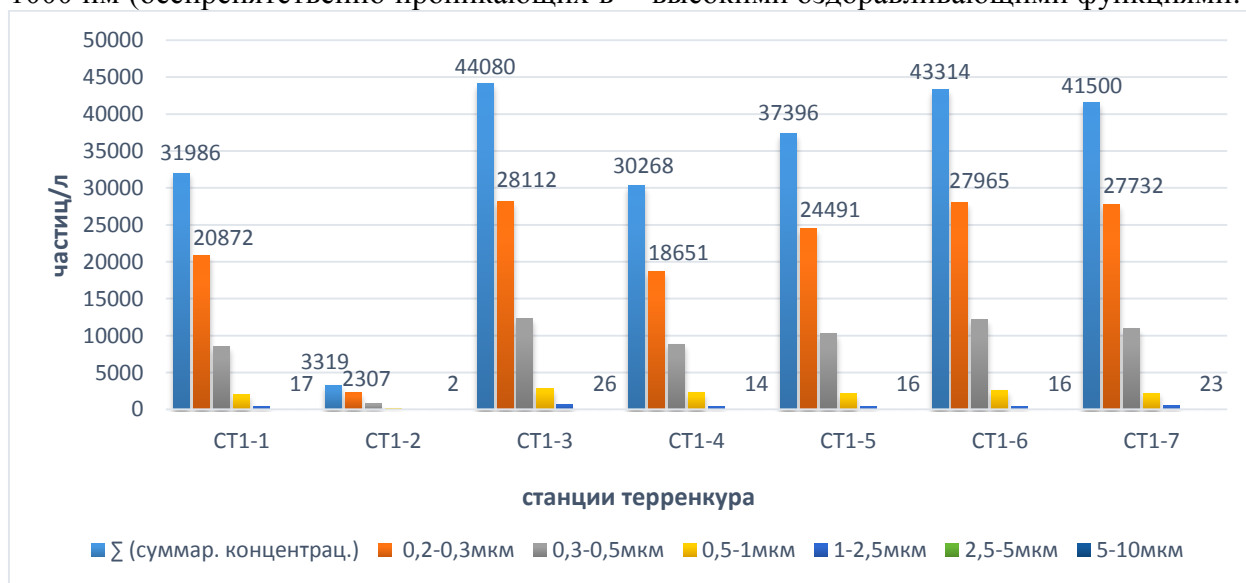


Рис. 2. Аэрозольное загрязнение приземной атмосферы в различных размерных диапазонах (мкм) на территории терренкура «Детская тропа»

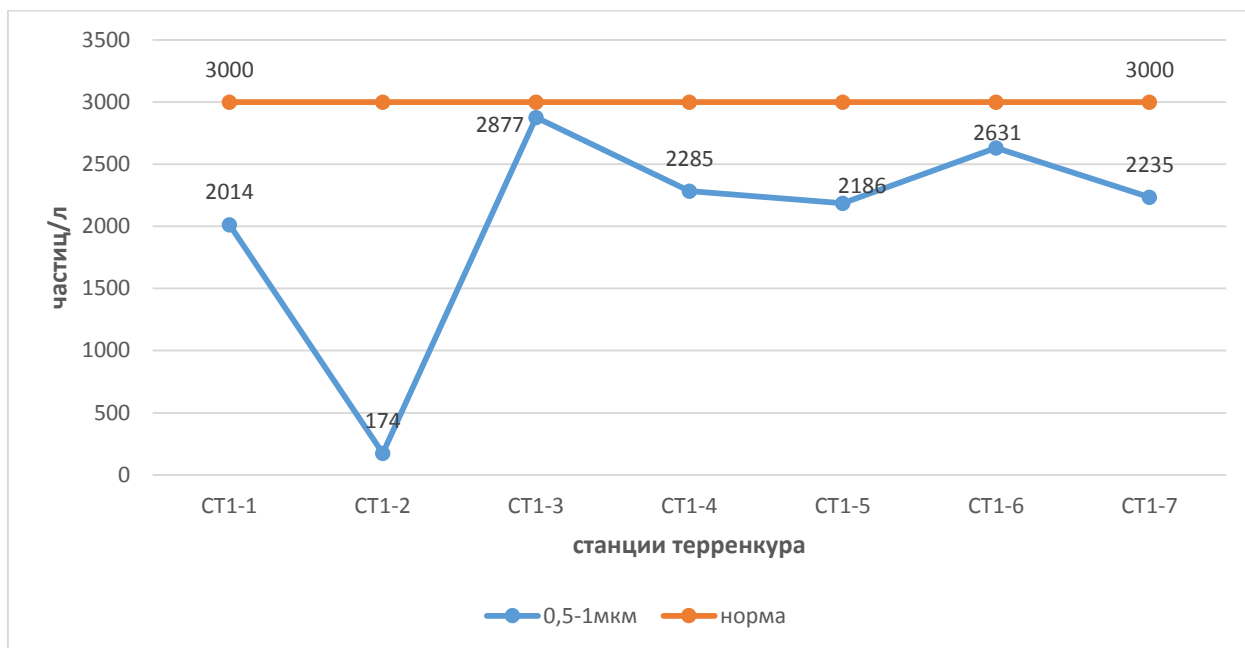


Рис. 3. Аэрозольное загрязнение приземной атмосферы в размерном диапазоне 500-1000 нм на территории терренкура «Детская тропа»



Рис. 4. Видовая панорама горного ландшафта с маршрута терренкура «Детская тропа»

По периметру маршрута «Детская тропа», проложенному на склонах Сунайского хребта (гора Большевик), произрастают лиственница, пихта, ель аянская и лиственные растения – береза,

рябина, ива, лиановые (актинидия, лимонник) на горных буро-таежных неоподзоленных и слабоподзоленных задернованных почвах [10-12]. Район изучаемого терренкура относится к таежной зоне [13].

Местами встречаются южно-таежный кедрово-стланиковый ландшафт на горных буро-таежных неоподзоленных и слабооподзоленных задернованных почвах, играющий важную средоформирующую функцию. В данном районе встречаются растения-реликты.

На территории расположения терренкура «Детская тропа» в целом сложился благоприятный комплекс растительных ассоциаций (древесных и луговых), обладающий мощными средозащитными, оздоравливающими, средоформирующими функциями. С маршрута терренкура открываются привлекательные природные панорамы горного ландшафта.

К числу важных функций растительности на территории терренкура «Детская тропа» следует отнести наличие в приземной атмосфере летучих фито-органических веществ (ЛФОВ), оказывающих мощное средообразующее воздействие на приземную атмосферу леса, а также оздоравливающее и иммуномодулирующее воздействие на организм человека во время применения «лесных ванн». ЛФОВ по качественному составу, физико-химическим свойствам и количественному содержанию в воздухе специфичны для каждого вида растения. Эти особенности ЛФОВ определяют и различия физиологического влияния различных видов растений на организм человека.

На терренкуре «Детская тропа» на горе Большевик единично встречается ценный по формированию ЛФОВ Кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall) egel), оздоровительные возможности которого используются в недостаточной степени. В составе ЛФОВ Кедрового стланика [14] содержатся эфирные масла с наличием монотерпенов, α -пинена, β -ситостерола, даукостерола, фенолов: процианидин В1 – $2,67 \pm 0,05$ мг/г, катехин – $1,14 \pm 0,02$ мг/г, эпикатехин – $3,24 \pm 0,06$ мг/г, процианидин С1 – $9,63 \pm 0,19$ мг/г, эпигаллокатехин – $1,49 \pm 0,02$ мг/г, изокварцетин – $3,63 \pm 0,07$ мг/г (лечебный эффект – противовоспалительное действие, отхаркивающее действие).

Важной средообразующей функцией ЛФОВ растений является их способность участвовать в синтезе озона. Растения обогащают воздух терпенами и их производными, летучими жирными кислотами и другими веществами, которые оказывают разностороннее биологическое действие на организм человека [5]. В частности, ЛФОВ положительно влияют на функцию всей кровеносной системы. Так, при вдыхании летучих фитонцидов хвойных деревьев повышается устойчивость эритроцитов к недостатку кислорода, почти в два раза увеличивают срок их жизни. Также летучие фитонциды влияют на физико-химический состав воздуха. Они способствуют повышению в воздухе концентрации отрицательных ионов и снижают количество положительных. Фитонциды ионизируют кислород воздуха, стимулируя тем самым его биологическую активность. Кроме того, они улучшают эффективность и экономичность энергетики клетки, способствуют оседанию пылевых частиц.

В таблице 3 приводятся результаты дифференцированной курортологической оценки модулей ЛКП, выявленных на маршруте терренкура «Детская тропа».

Комплексная курортологическая оценка ЛКП терренкура «Детская тропа» проведена по 12 усредненным ландшафтно-климатическим индикаторам, среди которых пять индикаторов достигают уровня уникальных условий: модули орографии местности – 2,83 балла; модули растительности вдоль терренкура: 2,56 балла; рекреационные нагрузки на природный ландшафт – 3,0 балла; модули природной ионизации воздуха – 3,0 балла; модули экологического состояния природной среды – 2,6 балла. Комплексный анализ модулей рекреационного ландшафта и элементов биоклимата показал, что интегральный ландшафтно-климатический потенциал терренкура «Детская тропа» достаточно высокий и достигает 2,38 балла (из 3-х возможных), что, в соответствии с действующей курортологической классификацией, соответствует 1-му рангу.

Таблица 3

Дифференцированная курортологическая оценка модулей ландшафтно-климатического потенциала на маршруте терренкура «Детская тропа»

№ п/п	Индикаторы ландшафтно-климатического потенциала	Характеристика	Категории K_i (ЛКП)	Оценка, балл
1. Модули орографии местности на терренкуре ($K_1/n=17/6=2,83$ балла)				
1	Элементы рельефа	Вершина и склоны горы Большевик	Особо благоприятно	3
2	Абсолютная высота над уровнем моря, м	321-565	Особо благоприятно	3
3	Крутизна склонов на экотропах, град.	На большей протяженности – 0-6, на отдельных отрезках терренкура – до 11.	Особо благоприятно	3
4	Сейсмичность, баллы	8-9	Относительно благоприятно	2
5	Расстояние от городских автомагистралей, м	300-550	Особо благоприятно	3
6	Привлекательность горных панорам	Высоко привлекательны	Особо благоприятно	3
2. Модули растительности вдоль терренкура ($K_2/n=41/16=2,56$ балла)				
1	Лесорастительная зона	Зона таежных лесов	Благоприятно	2
2	Зона лесозащитного районирования	Зона средней лесопатологической угрозы	Благоприятно	2
3	Природная зона по растительности	Смешанно-лесной каменно-березовый бамбуковый; смешанно-лесной ольхово-ивовый, разнотравный	Особо благоприятно	3
4	Древостои	Сосредоточены лиственные леса (белая береза, ива, тополь, осина, клен, бархат маньчжурский, ясень, дуб монгольский, ольха, вяз, рябина) с лиственницей, хвойными (пихта, ель, сосна, кедровый стланик), кустарниковым компонентом тайги (рябина, боярышник, черемуха, смородина, жимолость, черника, голубика, шиповник, свидина, падуб, скиммия, бересклет, аралия, элеутерококк и многие другие), лианы (актинидия, лимонник).	Особо благоприятно	3

Продолжение таблицы 3

5	Растения с благоприятными для оздоровления ЛФОВ: кедровый стланик (<i>Pinus pumila</i> (Pall) Regel) [20]	В составе ЛФОВ монотерпены; α -пинен, β -ситостерол; даукостерол; фенолы: процианидин В1 – $2,67 \pm 0,05$ мг/г, катехин – $1,14 \pm 0,02$ мг/г, эпикатехин – $3,24 \pm 0,06$ мг/г, процианидин С1 – $9,63 \pm 0,19$ мг/г, эпигаллокатехин – $1,49 \pm 0,02$ мг/г, изокварцетин – $3,63 \pm 0,07$ мг/г. Лечебный эффект – противовоспалительное действие, отхаркивающее действие.	Особо благоприятно	3
6	Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i>)	В составе ЛФОВ: основная доля принадлежит монотерпеновым углеводородам, на которые приходится 85-90% от суммы всех компонентов. Среди них преобладают 3-карен (30-50%) и α -пинен (20-30%). Из других монотерпенов в ЛФОВ: сравнительно много (5-15%) β -пинена, β -фелландрина и лимонена.	Особо благоприятно	3
7	Пихта сибирская (<i>A. sibirica</i> Led.)	Монотерпены; α -пинен, β -пинен, β -фелландрин, лимонен и другие летучие компоненты фитоорганических веществ, положительно влияющие на качество приземной атмосферы.	Особо благоприятно	3
8	Широколиственные породы деревьев (береза каменная, бархат манжурский, рябина, ольха и др.)	Углеводороды (изопрен); альдегид (салициловый), терпены (гераниол, цитраль, камфора), производные гетероциклов (2- и 3-метил фураны), витамины группы РР (никотиновая кислота), группы С (аскорбиновая кислота) и группы Р (производные кемпферола и кверцетина) и другие компоненты, обладающие кардиотоническим, седативным, бронхолитическим действием.	Особо благоприятно	3
9	Бонитет, класс	Встречаются все бонитеты деревьев в хвойных и лиственных лесах.	Благоприятно	2
10	Полнота насаждений	На отдельных лесных участках – 0,6-0,8.	Благоприятно	2
11	Соотношение теневых и открытых пространств над экотропами, %	60:40	Благоприятно	2
12	Удельный вес озелененных территорий в лесу, %	Более 60	Особо благоприятно	3

Продолжение таблицы 3

13	Удельный вес луговых озелененных территорий, %	До 40	Особо благоприятно	3
14	Контрастность границ между элементами ландшафта	В лесной зоне умеренная сменяемость элементов ландшафта и растительности, на открытых площадках – более высокая.	Благоприятно	2
15	Красочность горных и лесных панорам	Умеренно выражена	Благоприятно	2
16	Освещенность солнечными лучами надпочвенного пространства в зоне древостоя, %	10-35	Особо благоприятно	3
3. Модули качества почв и подстилающей поверхности на терренкуре ($K_3/n=9/4=2,25$ балла)				
1	Виды почв	Горные буро-таежные неоподзоленные и слабоподзоленные задернованные почвы, горно-лесные бурые почвы с небольшой мощностью гумусового горизонта, местами характеризуются развитием глеевого процесса, повышенной кислотностью.	Благоприятно	2
2	Влажность почв	На большей части терренкура – сухие, местами на северных склонах вблизи ручьев и родников переувлажненные, с глеевыми процессами.	В целом благоприятно (нужен отвод родниковых и стоковых вод от тропы)	2
3	Заболоченность (%)	2,2%	Особо благоприятно	3
4	Оползни	Менее 1% (от длины трасс)	Благоприятно	2
4. Модули видового разнообразия водных объектов ($K_4/n=4/2=2,0$ балла)				
1	Речная сеть – видовое разнообразие	Река Суся и ее притоки – реки Красносельская, Рогатка, Еланька и многочисленные ручьи и родники.	Особо благоприятно	3
2	Влияние речной сети на качество терренкура	В сезон дождей – появление на терренкуре луж и грязевых размывов.	Относительно благоприятно	1

Продолжение таблицы 3

5. Пейзажно-эстетическое качество элементов ландшафта ($K_5/n=4/2=2,0$ балла)				
1	Пейзажно-эстетическое качество ландшафта в местах широколиственных пород деревьев	Целесообразно запланировать создание архитектурных парковых ансамблей в виде красочных указателей с нужной информацией, беседок, козырьков от дождя, лесных лавочек, пней для отдыха, возведения пергола, указателей и др.	Благоприятно	2
2	Пейзажно-эстетическое качество ландшафта в местах хвойных пород деревьев	Зеленый дизайн хвойных пород леса эстетически выраженный, однако требует дизайнерской обработки.	Благоприятно	2
6. Рекреационные нагрузки на курортный ландшафт ($K_6/n=3/1=3$ балла)				
1	Число одновременных посетителей на терренкуре, чел/га	0-1	Особо благоприятно	3
Комплексная оценка				
7	Модули биоклиматического режима, рассчитанные по 16 показателям (в том числе число дней в году с комфортом, слабым субкомфортом для прогулок на открытом воздухе; продолжительность летнего периода, ЭЭТ>15 у.г.; число дней в году с благоприятной для летней и зимней рекреации погодой на свежем воздухе при ЭТ>-10 у.г. и еще по 13 климатостатистическим показателям). ($K_7/n=34/16=2,13$ балла)		Благоприятно	2,13
8	Модули режима солнечной радиации (число часов солнечного сияния, градации биологического действия солнечной радиации по величине UVI – ультрафиолетового индекса, 10 модулей) ($K_8/n=22/10=2,2$ балла)		Благоприятно	2,2
9	Модули циркуляционного режима (число циклонов за год; степень ветровой нагрузки: число дней в году со скоростью ветра 15 м/с и более; ср. месячная скорость ветра летом, зимой) ($K_9/n=9/5=1,8$ балла)		Благоприятно	1,8
10	Модули режима влажности воздуха (повторяемость значений относительной влажности ниже 30%, выше 80%, дни за год; средняя месячная относительная влажность воздуха в 13 часов в июле, и январе, %; повторяемость погод с явлениями погодной «духоты» летом, %). ($K_{10}/n=11/5=2,2$ балла)		Благоприятно	2,2
11	Модули ионизации воздуха (уровень легких ионов кислорода отрицательных (N^-), ион/см ³ по данным летнего эпизода; коэффициент униполярности ионов (КУИ)). ($K_{11}/n=6/2=3,0$ балла)		Уникальные условия	3,0
12	Комплексная экологическая оценка состояния природной среды ($K_{12}/n=13/5=2,6$ балла) – уникальные условия		Уникальные условия	2,6
Ит	Интегральный ландшафтно-климатический потенциал терренкура «Детская тропа» ($K_{1cp}+K_{2cp}+K_{3cp}...+K_{12cp})/n=28,57/12=2,38$		1 ранг	2,38

Сочетание хвойной и лиственной растительности вдоль терренкура «Детская тропа» обеспечивает под её пологом фитоорганический фон, оказывающий антимикробное, противовирусное, фунгицидное, иммуномодулирующее, аттрактивное и другие виды биологического воздействия, которые в сочетании с высокой природной ионизацией воздуха (N – до 5390 ион/см³, при КУИ ниже 1,0), относительно благоприятным микроклиматом, высокой чистотой приземной атмосферы дают мощный оздоровительный эффект.

Заключение. Использование ЛКП курортно-рекреационных территорий для лечебных и оздоровительных целей является одной из наиболее перспективных и развивающихся отраслей курортной экономики (курортное лечение, оздоровительный, рекреационный, познавательный, спортивный туризм), оказывающих многоаспектное влияние на формирование современной «зеленой» и «градостроительной» инфраструктуры, направленных на обеспечение привлекательности курорта (или лечебно-оздоровительной местности) и высокой эффективности использования природных лечебных ресурсов в лечебно-оздоровительных целях.

Высокий ЛКП территории, согласно исследованиям [8, 10], может выступать в качестве главного природного лечебного ресурса, который изначально (в природной среде) обладает высокими лечебными и оздоровительными функциями. Указанные природные лечебные ресурсы на территории терренкура «Детская тропа» самодостаточны для развития на них оздоровительного и спортивного туризма. В то же время ЛКП на территории горы Большевик крайне уязвим. При соответствующем решении о массовом использовании терренкура «Детская тропа» для лечебно-оздоровительных целей, территория и природные лечебные ресурсы (ландшафт и

биоклимат) подлежат охране, для чего целесообразно провести благоустройство, создать соответствующие условия для удобства специализированного использования выявленных благоприятных и уникальных природных лечебных ресурсов, сформированных на горе Большевик.

Применительно к задачам рационального использования благоприятного природного ЛКП маршрута «Детская тропа» представляется целесообразным создать надлежащие условия для проведения следующих мероприятий оздоровительного и спортивного туризма:

- тренировок ходьбой по маршрутам терренкура;
- аэротерапия: длительное пребывание на открытом воздухе, рекреационные прогулки, длительный отдых и сон на открытом воздухе (для повышения устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды);
- гелиотерапия – преимущественно при слабых (гигиенически рекомендованных) дозах солнечного УФ-излучения (1/8-1/4 часть индивидуальной биодозы) для профилактики УФ-недостаточности;
- природная аэрофитотерапия под кронами хвойных и широколиственных растений;
- природная аэроионотерапия на природных площадках с высоким уровнем природной аэроионизации;
- спортивные тренировки и альпинизм на горных ландшафтах;
- ландшафтная релаксация на основе использования красочных природных панорам.

Доступность и комфортность терренкура «Детская тропа» для указанных лечебно-оздоровительных и физкультурно-спортивных мероприятий повысят привлекательность данной местности для отечественных и иностранных туристов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФЗ № 26 от 23.02.1995 г. «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» (в актуальной редакции). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6001/e89e1b84edffbc60db5fe445e8379c0c54532341/ (дата обращения 17.07.2022).
2. ГОСТ 17.8.1.02-88. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Ландшафты. Классификация // Охрана природы. Земли. Сборник ГОСТов – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
3. Методика курортологической оценки лесопарковых ландшафтов горных территорий для целей климатоландшафтотерапии при курортном лечении контингента, подлежащего обслуживанию ФМБА России: Пособие для врачей / Ефименко Н. В., Поволоцкая Н. П., Кайсинова А. С. [и др.] // Утв. зам. руководителя Федерального медико-биологического агентства В.Б. Хавкиной 17.12.2015 г. Регистрационный номер 82-15. – Пятигорск: МЗРФ: ФМБА России: ФГБУ ПГНИИК ФМБА России, 2015. – 26 с.
4. Поволоцкая, Н. П. Классификация погоды и оценка теплового состояния человека при климатолечении и отдыхе в районе КМВ / Вопросы медицинской климатологии и климатотерапии больных на курортах. – Пятигорск: ПНИИКиФ. – 1975. – С. 16-23.
5. Курортология Кавказских Минеральных Вод: Научное издание / Под общей редакцией проф. В.В. Уйба. – Пятигорск: ФГУ «Пятигорский Государственный НИИ курортологии ФМБА России», 2011. – 368 с. – ISBN 5-86-351-033-8.
6. Природно-ресурсный потенциал территории и природопользование: региональные аспекты: Учебное пособие / Михайленко В. И., Михайленко А. В., Поволоцкая Н. П. [и др.]; Под ред. к.п.н. В. И. Михайленко: – Пятигорск: СевКавГТУ, РИА-КМВ, 2007. – 320 с.
7. Система медицинского прогноза погоды на федеральных курортах Кавказских Минеральных Вод: Методическое пособие / Гранберг И. Г., Поволоцкая Н. П., Голицын Г.С. [и др.]; ФГУ «ПГНИИК ФМБА России»: ИФА им. А. М. Обухова РАН: Гидрометцентр России. – Пятигорск, 2009. – 23 с.
8. Методика оценки ландшафтно-климатического потенциала курортов и лечебно-оздоровительных местностей: Методические рекомендации ФМБА России №13 / Поволоцкая Н. П., Слепых В. В., Жерлицина Л. И. [и др.]; Пятигорск: ФМБА России: ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 2021. – 39 с.
9. Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата / Коллективная монография. Под общ. ред. академика А. И. Григорьева; Российская академия наук. – М.: Наука, 2014. – С. 355-370.
10. Беянина, Я. П. Ландшафты юго-восточной части острова Сахалин / Я. П. Беянина // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. – 2015. – № 3 (32). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshafty-yugo-vostochnoy-chasti-ostrov-a-sahalin> (дата обращения: 26.06.2022)
11. Николаев, В. А. Ландшафтоведение / В. А. Николаев. – М.: МГУ, 2000. – 94 с.
12. Справочник по физической географии Сахалинской области. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2003. – 112 с.
13. Лесной план Сахалинской области на 2019-2028 годы, утв. указом Губернатора Сахалинской области от 08.02.2019 № 7. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/553109504/> (дата обращения: 08.06.2022).
14. Васильева, А. Г. Биологически активные вещества хвои Кедрового стланика (*Pinus Pumila* (PALL.) Regel) / А. Г. Васильева, Н. К. Чирикова // "Медико-фармацевтический журнал "Пульс". – 2020. – № 22 (7) – С. 68-72.

REFERENCES

1. The Federal Law № 26 of February 23rd, 1995 “On natural healing resources, health-improving areas and resorts” (as amended). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6001/e89e1b84edffbc60db5fe445e8379c0c54532341/ (accessed 17.07.2022). (in Russ.)
2. GOST 17.8.1.02-88. Interstate standard. Protection of Nature. Landscapes. Classification. Nature Protection. Earth. Collection of GOSTs. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. (in Russ.)
3. Efimenko N.V., Povolotskaya N.P., Kajsinova A.S., Zherlitsina L.I., Golitsyn G.S., Kirilenko A.A., Kortunova Z.V., Senik I.A., Slepikh V.V. Methodology of balneotherapeutic assessment of forest-park landscapes in mountainous territories for the purposes of climate and landscape therapy in the resort treatment of the contingent subject to the service of the FMBA of Russia: a manual for doctors. Approved by the Deputy Head of the Federal Medical and Biological Agency V.B. Khavkina, 17.12.2015. Registration number 82-15. Pyatigorsk:

Ministry of Health of Russia: FMBA of Russia: Pyatigorsk State Research Institute of Balneology, 2015. 26 p. (in Russ.)

4. Povolotskaya N.P. Classification of the weather and assessment of the thermal state of a person during climate therapy and recreation in the Caucasian Mineral Waters. Questions of medical climatology and climate therapy of patients in hospitals. Pyatigorsk: Pyatigorsk State Research Institute of Balneology, 1975. pp. 16-23. (in Russ.)

5. Balneology of the Caucasian Mineral Waters: Scientific Publication. Under the general editorship of prof. V.V. Ujba. Pyatigorsk: Pyatigorsk State Research Institute of Balneology, 2011, 368 p. ISBN 5-86-351-033-8. (in Russ.)

6. Mikhajlenko V.I., Mikhajlenko A.V., Povolotskaya N.P. et al. Natural resource potential of the territory and nature management: regional aspects: a textbook. Pyatigorsk: North-Caucasian State Technical Univeristy, RIA-KMV, 2007. 320 p. (in Russ.)

7. Granberg I.G., Povolotskaya N.P., Golitsyn G.S et al. The system of medical weather forecast at the federal resorts of the Caucasian Mineral Waters: methodological guidelines of the Pyatigorsk State Research Institute of Balneology; A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics; Meteorological Center of Russia. Pyatigorsk, 2009. 23 p. (in Russ.)

8. Povolotskaya N. P. Slepykh, V. V. Zherlitsina, L.I. et al. Methodology for assessing the landscape and climatic potential of resorts and medical and recreational areas: Methodological guidelines of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

No. 13; Pyatigorsk: FMBA of Russia, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", 2021. 39 p. (in Russ.)

9. Health of the population of Russia: the impact of the environment in a changing climate. Collective monograph. Ed. by the A.I. Grigor'ev; the Russian Academy of Sciences. Moscow: Nauka, 2014, pp. 355-370. (in Russ.)

10. Belyanina Ya.P. Landscapes of the southeastern part of Sakhalin Island. *Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and exact sciences*, 2015, no. 3 (32). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/landshafty-yugo-vostochnoy-chasti-ostrova-sahalin> (accessed 26.06.2022) (in Russ.)

11. Nikolaev V.A. Landscape science. Moscow: Moscow State University, 2000. 94 p. (in Russ.)

12. Handbook of physical geography of the Sakhalin region. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin book publishing house, 2003. 112 p. (in Russ.)

13. Forest plan of the Sakhalin Region for 2019-2028. Approved with the decree of the Governor of the Sakhalin Region dated February 8, 2019, no. 7. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/553109504/> (date of access: 08.06.2022). (in Russ.)

14. Vasil'eva A.G., Chirikova N.K. Biologically active substances of the needles of Siberian dwarf pine (*Pinus Pumila* (PALL.) Regel). *Medical and Pharmaceutical Journal "Pulse"*, 2020, no. 22 (7), pp. 68-72. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий (ЦМБТ), ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Нина Павловна Поволоцкая – кандидат географических наук, заведующая отделом курортной биоклиматологии ЦМБТ, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nina194101@gmail.com.

Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ЦМБТ, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, e-mail: work800@yandex.ru.

Гукас Николаевич Тер-Акопов – кандидат экономических наук, генеральный директор ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России.

Александр Николаевич Попов – младший научный сотрудник ЦМБТ, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: x.popov@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biomedical Technologies Center, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Nina Pavlovna Povolotskaya – Candidate of Geographical Sciences, Head of the Department of Resort Bioclimatology, Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: nina194101@gmail.com.

Sergej Victorovich Nopin – Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Gukas Nikolaevich Ter-Akopov – PhD, General Director of the FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki.

Aleksandr Nikolaevich Popov – Junior Researcher of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: x.popov@yandex.ru

Для цитирования: Ландшафтно-климатический потенциал оздоровительного маршрута терренкура «Детская тропа» г. Южно-Сахалинск / Корягина Ю. В, Поволоцкая Н. П., Нопин С. В. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_31

For citation: Koryagina Yu.V., Povolotskaya N.P., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N., Popov A.N. Landscape and climatic potential of the health route of the “Detskaya tropa” terrain cure walking path in Yuzhno-Sakhalinsk. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_31

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_32
УДК 616-006.6-616-06

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_32
UDC 616-006.6-616-06

НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ ОБЪЕМА И СВОБОДЫ ДВИЖЕНИЯ В ПЛЕЧЕВОМ СУСТАВЕ У БОЛЬНЫХ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

И.И. Орлов, Т.И. Грушина

ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия

Аннотация. В обзоре суммированы исследования, посвященные современным представлениям о причинах возникновения у больных раком молочной железы нарушения функции объема и свободы движения в плечевом суставе на стороне операции. Несмотря на многочисленные работы, все аспекты данного осложнения не выяснены. Авторы отдельно изучают каждое его проявление (снижение массы мышц плечевого пояса, морфофункциональные изменения грудных мышц, двигательную активность мышц плечевого пояса, кинематику лопатки, миофасциальные спайки, силу мышц и мышечную выносливость верхней конечности). Комплексного исследования взаимосвязанных категорий в литературе не обнаружено. Это затрудняет разработку оптимального объема лечебных мероприятий и осуществление персонализированного подхода к реабилитации больных раком молочной железы.

Ключевые слова: рак молочной железы, плечевой сустав, нарушение функции плеча, реабилитация

DYSFUNCTION OF VOLUME AND FREEDOM OF MOVEMENT IN THE SHOULDER JOINT IN BREAST CANCER PATIENTS

I.I. Orlov, T.I. Grushina

State autonomic institution, Moscow Research and Practical Centre of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of Moscow, Moscow, Russia

Annotation. The review summarizes the studies devoted to modern ideas about the causes of the dysfunction of volume and freedom of movement in the shoulder joint on the side of surgery in breast cancer patients. Despite numerous works, all aspects of this complication have not been elucidated. The authors separately study each of its manifestations (decrease in the mass of the muscles of the shoulder girdle, morphofunctional changes in the pectoral muscles, motor activity of the muscles of the shoulder girdle, scapular dyskinesia, scapular kinematics, myofascial adhesions, muscle strength and muscle endurance of the upper limb). A comprehensive study of the interrelated categories was not found in the literature. This complicates the development of the optimal scope of therapeutic measures and the implementation of a personalized approach to the rehabilitation of breast cancer patients.

Keywords: breast cancer, shoulder joint, shoulder function impairment, rehabilitation.

Введение. Современное противоопухолевое лечение рака молочной железы (РМЖ) включает оперативное вмешательство, лучевую и химиотерапию. Одним из его осложнений является ограничение подвижности в плечевом суставе на стороне операции. В терминологии Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья оно относится к ее составляющей «Функции

организма», в которую включена «Функция объема и свободы движения в суставе» [1].

При отсутствии у больных РМЖ нарушений структур плечевого пояса ограничение объема движений в плечевом суставе может быть вызвано следующими причинами.

Местные неврологические нарушения возникают у больных РМЖ как при интраоперационной травме межреберных нервов,

плечевого сплетения [2-4], так и при лучевой терапии вследствие прямой лучевой травмы или рубцовой компрессии нервно-сосудистого пучка [5-6]. После регионарной лимфаденэктомии в полном объеме или биопсии сторожевого лимфатического узла в ряде случаев появляются в подкожных тканях подмышечной впадины, по медиальной поверхности плеча до локтевой ямки один или нескольких тяжей из склерозированных лимфатических и венозных сосудов, окруженных фиброзной тканью, т.е. развивается паутинный подмышечный синдром (англ. – axillary web syndrome) [7].

И если вследствие перечисленных причин развитие у больных РМЖ двигательных нарушений очевидно, то о причинах тугоподвижности в плечевом суставе при их отсутствии, что встречается в 52,5% случаев [2], у авторов единого мнения не существует.

Цель работы: провести аналитический обзор исследований, посвященных изучению причин возникновения у больных раком молочной железы нарушения функции объема и свободы движения в плечевом суставе на стороне операции.

Методы и организация исследования. Аналитический обзор включал данные из электронных баз: Scopus, Web of Science, MedLine, World Health Organization, The Cochrane Central Register of Controlled Trials, ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, eLibrary, CyberLeninka, disserCat.

Результаты исследования и их обсуждение. На зависимость нарушения функции объема и свободы движения в плечевом суставе у больных РМЖ от вида операции и режима лучевой терапии, а также давности радикального лечения указывает ряд авторов [8-12].

Что касается причин его возникновения, то подавляющее большинство авторов считает, что оно вызвано изменениями мышц плечевого пояса.

У 83 больных, перенесших радикальную мастэктомию (РМЭ) с сохранением обеих грудных мышц по Маддену, С.Н. Lee и соавт. [13] диагностировали сокращение

длины *m. pectoralis minor*, что приводило к ограничению объема движений плечевого сустава. А. Gyedu и соавт. [14] 50 больным односторонним РМЖ через 6 месяцев после РМЭ провели обследование с использованием компьютерной томографии и измерением толщины *m. latissimus dorsi*, *m. pectoralis major* и *m. serratus anterior* на стороне операции. При предварительном клиническом осмотре эти мышцы у всех больных были признаны неповрежденными. Однако было обнаружено, что толщина мышц на здоровой стороне значительно больше, чем соответствующие мышцы на стороне РМЭ. У больных после комбинированного лечения РМЖ авторы также выявляли снижение массы мышечной ткани *mm. pectoralis* [4, 15]. Так, в исследовании А. Seo и соавт. [16], были включены 22 больные РМЖ, получавшие адьювантную лучевую терапию. Измерение объема *mm. pectoralis* было выполнено с использованием 3D-моделирования при компьютерной томографии. Авторы считают, что уменьшение объема *mm. pectoralis* может быть основной причиной тугоподвижности плечевого сустава. К аналогичному выводу пришли и M.D. Stubblefield и соавт. [17], которые предположили, что изменения в *mm. pectoralis* могут уменьшать высоту субакромиального пространства, способствовать развитию субакромиального импинджмент-синдрома и в итоге приводить к нарушению биомеханики плечевого сустава. Однако, на наш взгляд, помимо снижения общей массы мышечной ткани, следует учитывать и результаты работы J. M. Leonardis и соавт. [18], показавшие, что по данным динамической ультразвуковой эластографии с использованием оценки скорости сдвиговых волн (англ. – shear wave elastography, SWE) каждая область волокон *m. pectoralis major* вносит уникальный вклад в пассивные и активные движения верхней конечности.

На морфофункциональные изменения в *mm. pectoralis* указывают некоторые авторы. По данным морфологического исследования биоптата *m. pectoralis major* на стороне

РМЭ и эхографической сравнительной денситометрии было выявлено увеличение плотности мышечной ткани, признаки миосклероза, миофиброза, степень выраженности которых прямо коррелировала с ограничением подвижности верхней конечности [19]. У больных РМЖ, перенесших химиотерапию, общие макро- и микроскопические изменения скелетных мышц подробно описаны J. Mallard и соавт. [20].

Двигательная активность мышц плечевого пояса была исследована у 74, а в дальнейшем у 177 больных РМЖ после комбинированного лечения: регистрировали электрическую активность мышц (ЭМГ-сигнал), а площадь поперечного сечения мышц определяли по данным магнитно-резонансного сканирования. Наибольшую потерю активности продемонстрировала верхняя часть *m. trapezius*, а *mm. pectoralis* были значительно меньшего размера на стороне операции по сравнению со здоровой стороной [21].

По мнению А. De Groef и соавт. [22] уменьшение свободы и объема движений верхней конечности после лечения РМЖ может частично объясняться наличием «миофасциальных дисфункций, которые выражаются в виде миофасциальных триггерных точек и спаек, нарушения скольжения миофасциальных тканей относительно друг друга». Авторами были обследованы 30 больных РМЖ, из которых 63% перенесли РМЭ по Маддену, 37% – радикальную резекцию и 97% – адьювантную лучевую терапию. Наибольшая степень выраженности миофасциальной адгезии (кожной, поверхностной и глубокой), исследованной в 7 местах (рубцы подмышечной области, рубцы области грудной клетки/молочной железы, подмышечная область, *mm. pectoralis*, передняя грудная стенка, боковая грудная стенка, инфрамаммарная складка) была отмечена в подмышечной области и на рубцах.

Изучению взаимодействия мышц плечевого пояса у больных РМЖ посвящены работы следующих авторов. I.L. Ribeiro и соавт. [23] диагностировали у 21

больной РМЖ после РМЭ изменения в кинематике лопатки, связанные с нарушением диапазона движения в плечевом суставе. Было установлено, что вращение лопатки вверх уменьшается при подъеме руки на 120° ($p < 0,05$) при одновременном снижении внешней ротации плеча. Целью F. Zabit и соавт. [24] было сравнить «дискинезию» (термин авторов исследования) лопатки и мышечную силу верхних конечностей у женщин, перенесших РМЭ, и здоровых женщин. Были обследованы 66 женщин: основная группа – 33 больные и контрольная группа – 33 здоровые женщины. Для оценки «дискинезии» лопатки использовался тест на боковое скольжение лопатки (англ. – Lateral Scapular Dyskinesia Slide Test, LSST), а для оценки силы мышц – ручной динамометр. «Дискинезия» лопатки наблюдалась значительно чаще в основной группе (63,64%) по сравнению с контрольной группой (3,03%) ($p < 0,05$). Было обнаружено, что сила мышц, измеренная во время сгибания плеча, внешнего вращения, внутреннего вращения, отведения и приведения, была значительно выше в контрольной группе по сравнению с основной группой ($p < 0,05$).

Силу мышц и мышечную выносливость верхней конечности на стороне операции у больных РМЖ изучали M. Liszka и соавт, а также ряд исследователей [12, 25-29].

O. Klassen и соавт. [26] оценивали у 255 больных РМЖ силу мышц по изокинетической динамометрии как максимальное произвольное изометрическое сокращение и максимальный изокинетический пиковый крутящий момент в ротаторах плеча и сравнивали полученные данные с таковыми у 26 здоровых женщин. В среднем, у больных РМЖ была на 12-16% снижена сила мышц внутренних ротаторов плеча. Результаты M. Liszka и соавт. [12] изокинетической оценки биомеханических параметров плечевого сустава (пиковый крутящий момент, мощность, общая работа) у 57 больных РМЖ выявили значительное снижение динамических свойств мышечных групп, отвечающих за функцию плечевого

сустава. Эти данные подтверждает исследование Т. Paolucci и соавт. [27], уточняющее, что у 30 больных РМЖ синергия *m. deltoideus/ m. triceps brachii* была ниже по сравнению с таковой у 30 здоровых женщин. R.L. Brookham и соавт. [28] наблюдали 50 больных РМЖ, которые выполнили 18 изометрических внутренних и внешних вращательных движений в различных положениях и интенсивностях, с регистрацией ЭМГ-сигнала. По сравнению со здоровыми женщинами была продемонстрирована большая активация внутренних и внешних ротаторов плеча во время соответствующего типа вращения.

Количественная оценка силы мышц/мышечной выносливости верхних конечностей с помощью теста 1-RM (англ. – one repetition maximal) была проведена В.Н. Rogers и соавт. [25] у 295 больных РМЖ. Это изотоническое упражнение для нескольких суставов, которое требует одновременной работы нескольких крупных мышечных групп, подвергающихся концентрическим сокращениям и, по данным авторов, безопасно для больных РМЖ после противоопухолевого лечения. Средний показатель составил

18,2±6,1 кг, что было ниже такового у контрольной группы

Заключение. В представленном обзоре мы суммировали исследования, посвященные современным представлениям о причинах возникновения у больных раком молочной железы нарушения функции объема и свободы движения в плечевом суставе на стороне операции. Несмотря на многочисленные работы, все аспекты данного осложнения не выяснены. Авторы отдельно изучают каждое его проявление/катеорию, однако очевидно, что они сочетаются и потенцируют друг друга. Комплексного исследования у больных РМЖ взаимосвязанных категорий, лежащих в основе функции объема движений верхней конечности, при отсутствии структурных изменений (травм, повреждений, воспаления плечевого сустава, костей плечевого пояса), синдрома подмышечной паутины, местных неврологических расстройств в литературе не обнаружено. Это затрудняет разработку оптимального объема лечебных мероприятий и осуществление персонализированного подхода к реабилитации больных РМЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF, Short Version / World Health Organization. – Geneva, Switzerland, 2001. – 234 p.
2. Грушина, Т. И. Частота встречаемости и виды осложнений радикального лечения рака молочной железы, по поводу которых больные нуждаются в амбулаторной медицинской реабилитации / Т. И. Грушина, В. В. Жаворонкова, И. И. Орлов // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2021. – № 2. – С. 48-51. [In English] Grushina T.I., Zhavoronkova V.V., Orlov I.I. The frequency of occurrence and types of complications of radical treatment of breast cancer, for which patients need outpatient medical rehabilitation. *Volgograd Scientific and Medical Journal*, 2021, no. 2, pp. 48-51.
3. The effect of lateral pectoral nerve sparing technique and radiotherapy on the pectoralis major muscle applied with modified radical mastectomy / Akkoca M., Ateş M. P., Yılmaz K. B. [et al] // *Asian J Surg.* – 2019. – Vol. 42. – № 3. – pp. 501-506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2018.08.003>.
4. Role of Intraoperative Nerve Monitoring in Postoperative Muscle and Nerve Function of Patients Undergoing Modified Radical Mastectomy / Tokgöz S., Karaca Umay E., Yılmaz K. B. [et al] // *Journal of Investigative Surgery.* – 2021. – Vol. 34. – № 7. – pp. 703-710. DOI: <https://doi.org/10.1080/08941939.2019.1684603>.
5. Radiation induced brachial plexus neuropathy: a review / A. Warade, A. Jha, S. Pattankar, K. Desai // *Neurol India.* – 2019. – № 67(Suppl). – pp. 47-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/0028-3886.250704>.
6. Harris, S. R. Neurological and Dexterity Assessments in a Woman with Radiation-Induced Brachial Plexopathy After Breast Cancer / S. R. Harris, K. E. Tugwell // *Oncologist.* – 2020. – Vol. 25. – № 10. – pp. e1583-e1585. DOI: <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2019-0875>.
7. Axillary web syndrome following breast cancer surgery: symptoms, complications, and management strategies / L. Koehler, T. Haddad, D. Hunter,

- T. Tuttle // *Breast Cancer* (Dove Med Press). – 2018. – № 11. – pp. 13-19. DOI: <https://doi.org/10.2147/BCTT.S146635>.
8. Shoulder girdle impairment in breast cancer survivors: the role of range of motion as predictive factor for dose distribution and clinical outcome / Marazzi F., Masiello V., Marchesano D. [et al] // *Tumori*. – 2019. – Vol. 105. – № 4. – pp. 319-330. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300891619839287>.
9. Analysis of Radiation Dose to the Shoulder by Treatment Technique and Correlation With Patient Reported Outcomes in Patients Receiving Regional Nodal Irradiation / Bazan J. G., DiCostanzo D., Hock K. [et al] // *Front Oncol*. – 2021. – № 11. – pp. 617926. DOI: <https://doi.org/10.3389/fonc.2021.617926>.
10. Risk factors of impairment of shoulder function after axillary dissection for breast cancer / Kikuuchi M., Akezaki Y., Nakata E. [et al] // *Support Care Cancer*. – 2021. – Vol. 29. – № 2. – pp. 771-778. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00520-020-05533-7>.
11. Measuring upper limb function and patient reported outcomes after major breast cancer surgery: a pilot study in an Asian cohort / Chan K. S., Zeng D., Leung J. H. T. [et al] // *BMC Surg*. – 2020. – Vol. 20. – № 1. – pp. 108. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12893-020-00773-0>.
12. Liszka, M. Assessment of biomechanical parameters of the shoulder joint at the operated side versus non-operated side in patients treated surgically for breast cancer / M. Liszka, W. Samborski // *Rep Pract Oncol Radiother*. – 2018, – Vol. 23. – № 5 – pp. 378-383. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2018.07.001>.
13. Effect of breast cancer surgery on chest tightness and upper limb dysfunction / C. Lee, S. Chung, W. Kim, S. Yang // *Medicine* (Baltimore). – 2019. – Vol. 98. – № 19. – pp. e15524. DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015524>.
14. Evaluation of muscle atrophy after axillary lymph node dissection / A. Gyedu, I. Kepenekci, B. Alic, S. Akyar // *Acta Chir Belg*. – 2009. – Vol. 109. – № 2. – pp. 209-215. DOI: <https://doi.org/10.1080/00015458.2009.11680407>.
15. Arm and shoulder morbidity following surgery and radiotherapy for breast cancer / Johansen S., Fossa K., Nesvold I. L. [et al] // *Acta Oncol*. – 2014. – № 53. – pp. 521-529. DOI: <https://doi.org/10.3109/0284186X.2014.880512>.
16. Changes in Pectoral Muscle Volume During Subacute Period after Radiation Therapy for Breast Cancer: A Retrospective up to 4-year Follow-up Study / Seo A., Hwang J. M., Lee J. M. [et al] // *Sci Rep*. – 2019. – № 9. – pp. 7038. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43163-0>.
17. Stubblefield, M. D. Upper body pain and functional disorders in patients with breast cancer / M. D. Stubblefield, N. Keole // *PMR*. – 2014. – Vol. 6. № 2 – pp. 170-183.
18. Leonardis, J. M. Quantifying differences in the material properties of the fiber regions of the pectoralis major using ultrasound shear wave elastography / J. M. Leonardis, D. M. Desmet, D. B. Lipps // *J Biomech*. – 2017. – № 63. – pp. 41-46. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.07.031>.
19. Mechanical properties of the shoulder and pectoralis major in breast cancer patients undergoing breast-conserving surgery with axillary surgery and radiotherapy / Lipps D. B., Leonardis J. M., Dess R. T. [et al] // *Sci Rep*. – 2019. – № 9. – pp. 17737. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54100-6>.
20. Skeletal Muscle Deconditioning in Breast Cancer Patients Undergoing Chemotherapy: Current Knowledge and Insights From Other Cancers / J. Mallard, E. Hucteau, T. Hureau, A. Pagano // *Front Cell Dev. Biol*. – 2021. – № 9. – pp. 719643. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.719643>.
21. Shamley, D. Clinical anatomy of the shoulder after treatment for breast cancer / D. Shamley, I. Lascurain-Aguirrebeña, R. Oskrochi // *Clin Anat*. – 2014. – Vol. 27. – № 3. – pp. 467-477. DOI: <https://doi.org/10.1002/ca.22267>.
22. An evaluation tool for myofascial adhesions in patients after breast cancer (MAP-BC evaluation tool): Development and interrater reliability / De Groef A., Van Kampen M., Vervloesem N. [et al] // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12. – № 6. – pp. e0179116. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179116>.
23. Three-dimensional scapular kinematics, shoulder outcome measures and quality of life following treatment for breast cancer – A case control study / Ribeiro I. L., Camargo P. R., Albuquerque-Sendín F. [et al] // *Musculoskelet Sci Pract*. – 2019. – № 40. – pp. 72-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msk.2019.01.012>.
24. Zabit, F. OP 8 Comparison of scapular dyskinesia and muscle strength between breast cancer survivor women who had mastectomy and healthy women / F. Zabit, G. Iyigun // *Conference: 9 International biomechanics congress*. April 2018, Turkey.
25. The Association between Maximal Bench Press Strength and Isometric Handgrip Strength among Breast Cancer Survivors / B. Rogers, J. Brown,

- D. Gater, K. Schmitz // Arch Phys Med Rehabil. – 2017. – Vol. 98. – № 2. – pp. 264-269. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.07.017>.
26. Muscle strength in breast cancer patients receiving different treatment regimes / Klassen O., Schmidt M. E., Ulrich C. M. [et al] // J Cachexia Sarcopenia Muscle, – 2017. – Vol. 8. – № 2. – pp. 305-316. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.12165>.
27. The reaching movement in breast cancer survivors: Attention to the principles of rehabilitation / Paolucci T., Capobianco S. V., Bai A. V. [et al] // J Bodyw Mov Ther. – 2020. – Vol. 24. – № 4. – pp. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.039>.
28. Brookham, R. L. Comparison of humeral rotation co-activation of breast cancer population and healthy shoulders / R. L. Brookham, C. R. Dickerson // J Electromyogr Kinesiol. – 2016. – № 29. – pp. 100-106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.07.002>.
29. Evaluation of shoulder girdle strength more than 12 month after modified radical mastectomy and axillary nodes dissection / M. Akoochakian, H. Davari, M. Alizadeh, N. Rahnama // J Res Med Sci. – 2017. – № 22. – pp. 81. DOI: https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_649_16.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Илья Иванович Орлов – врач травматолог-ортопед филиала № 2 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ», Москва, e-mail: orlov8989@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0589-6777>. eLibrary SPIN: 2622-9099.

Татьяна Ивановна Грушина – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ», Москва, e-mail: tgrushina@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0945-4266>. eLibrary SPIN: 5275-6509.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ilya Ivanovich Orlov – traumatologist-orthopedist of the branch №2, Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of Moscow, Moscow, e-mail: orlov8989@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0589-6777>. eLibrary SPIN: 2622-9099.

Tat'yana Ivanovna Grushina – Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher of the Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of Moscow, Moscow, e-mail: tgrushina@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0945-4266>. eLibrary SPIN: 5275-6509.

Для цитирования: Орлов, И. И. Нарушение функции объема и свободы движения в плечевом суставе у больных раком молочной железы / И. И. Орлов, Т. И. Грушина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: [10.51871/2588-0500_2022_06_03_32](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_03_32)

For citation: Orlov I.I., Grushina T.I. Dysfunction of volume and freedom of movement in the shoulder joint in breast cancer patients. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: [10.51871/2588-0500_2022_06_03_32](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_03_32)

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_33
УДК 616.988(796.071); 616-082

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_33
UDC 616.988(796.071); 616-082

ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19 В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ

Е.В. Семелева, Е.В. Плигина

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, г. Саранск, Республика Мордовия

Аннотация. Активная мутация вируса и появление новых штаммов, экономическое бремя инфекции и социальные факторы способствуют увеличению числа неблагоприятных клинических исходов. В связи с этим, оценка организации оказания медицинской помощи населению представляется весьма актуальной и значимой для оптимального планирования ресурсов медицинских организаций в условиях пандемии. В данной работе проанализирована эффективность реализации профилактических и противоэпидемических мероприятий для возможности прогнозирования развития эпидемического процесса в регионе. Использованы статистические данные о регистрации заболеваемости COVID-19 и количестве летальных случаев в Республике Мордовия за период наблюдения и сведения Мордовиястат.

Ключевые слова: пандемия, коронавирусная инфекция, заболеваемость, летальность, вакцинация.

ASSESSMENT OF THE MEDICAL CARE ORGANIZATION DURING THE COVID-19 PANDEMIC IN THE REPUBLIC OF MORDOVIA

E.V. Semeleva, E.V. Pligina

Mordovia State University, Saransk, Republic of Mordovia

Annotation. The active mutation of the virus and the emergence of new strains, the economic burden of infection and social factors contribute to an increase in the number of adverse clinical outcomes. In this regard, the assessment of the organization of medical care to the population seems to be very relevant and significant for optimal resource planning of medical organizations in a pandemic. In this scientific work, the effectiveness of the implementation of preventive and anti-epidemic measures for the possibility of predicting the development of the epidemic process in the region is analyzed. Statistical data on the registration of the incidence of COVID-19 and the number of fatal cases in the Republic of Mordovia for the period of observation and information of Mordovia statistics were used.

Keywords: pandemic, coronavirus infection, morbidity, mortality, vaccination.

Введение. В настоящий момент мир переживает пандемию нового вирусного заболевания COVID-19, обусловленного обнаруженным в декабре 2019 г. новым штаммом коронавирусов SARS-CoV-2. Первые случаи заболевания были зарегистрированы в г. Ухань провинции Хубей в Китае в декабре 2019 г., а уже 11 марта 2020 г. ВОЗ официально классифицировала эпидемическую ситуацию как пандемию [1-3].

«Прототипом» настоящей пандемии были вспышки заболеваний, вызванных другими коронавирусами. Так, в 2002-2004

гг. возбудитель SARS-CoV привел к многочисленным случаям атипичной пневмонии, преимущественно в Китае, с тяжелым острым респираторным синдромом.

С 2012 г. сопоставимые случаи, виновником которых стал MERS-CoV, регистрируются на Ближнем Востоке [4]. Относительный уровень летальности от инфекций, провоцируемых вирусами SARS-CoV и MERS-CoV, заметно превышает аналогичный показатель для COVID-19, но число заболевших было значительно меньше и ограничивалось тысячами [5].

Коронавирус, ворвавшийся в мир из провинции Ухань (Китай), SARS CoV-2 и его клиническое проявление – коронавирусная болезнь (COVID-19), кардинально и повсеместно изменили все стороны жизни общества [6-7].

На данный момент география распространения заболевания COVID-19 очень широка и захватывает более 190 стран мира. Лидерами по числу зарегистрированных случаев COVID-19 являются США, Бразилия, Индия, Россия [8-9]. COVID-19 связан с тяжелым течением заболевания примерно у 23% и смертностью, достигающей 6% среди инфицированных людей [10].

В Российской Федерации по состоянию на 29 сентября 2021 года выявлено 7 586 536 случаев заболевания и 209 918 смертей [9]. За период пандемии в Республике Мордовия зафиксированы 28 053 случая коронавируса, 24 137 человек выздоровели, 557 человек умерли от коронавируса как основной причины.

Появление COVID-19 поставило перед специалистами здравоохранения задачи, связанные с быстрой диагностикой и оказанием медицинской помощи больным [11-12]. В настоящее время продолжается интенсивное изучение клинических и эпидемиологических особенностей заболевания, разработка новых средств его профилактики и лечения [13-14]. Комитетом отечественных экспертов разработаны 15 версий Временных методических рекомендации по диагностике, лечению и профилактике, с целью обеспечения единых подходов к ведению больных и унификации качества оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19 как на амбулаторном, так и госпитальном этапе [15]. Однако даже в одном регионе результаты лечения COVID-19 в разных центрах существенно различаются.

Активная мутация вируса и появление новых штаммов, экономическое бремя инфекции и некоторые социальные факторы способствуют увеличению числа неблагоприятных клинических исходов [16-17]. В связи с этим, оценка организации

оказания медицинской помощи населению в различных субъектах Российской Федерации представляется весьма актуальной и значимой для оптимального планирования ресурсов медицинских организаций, оказывающих помощь пациентам с коронавирусной болезнью. Все это послужило основой для настоящего исследования.

Методы и организация исследования. В данной работе проанализирована эффективность реализации профилактических и противоэпидемических мероприятий для возможности прогнозирования развития эпидемического процесса в регионе. Использованы доступные публикации об особенностях клиники, патогенеза и эпидемиологии COVID-19; статистические данные о регистрации заболеваемости COVID-19 и количестве летальных случаев в Республике Мордовия за период наблюдения и сведения Мордовиястат (территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Мордовия).

Результаты исследования и их обсуждение. По данным Управления Роспотребнадзора по Республике Мордовия, количество подтвержденных случаев заражения коронавирусом COVID-19 в регионе на 29 сентября 2021 г. составило 28 053, выздоровлений – 24 137. Уровень заражений на 100 тыс. человек составляет 3484,0. Уровень летальности на 29.09.2021 – 1,99% (по РФ – 2,75%, по Приволжскому федеральному округу – 3,44%). Коэффициент распространения инфекции (R_t) – 1,04.

В Республике Мордовия диагностика COVID-19 осуществляется на базе лабораторий учреждений Роспотребнадзора и лабораторий медицинских организаций. За весь период проведено 823 299 тестов на коронавирусную инфекцию, из них положительных – 28 053.

Заготовлено 10 718 доз плазмы от выздоровевших пациентов с высокими титрами антител, в 7 лечебно-профилактических учреждениях перелито 10 467 пациентам с положительным клиническим эффектом. Всего проведено исследований

на антитела к коронавирусу IgM, IgG – 150 933, из них медицинским работникам – 26 204 (обнаружены антитела к коронавирусу IgM, IgG в 10 994 исследованиях). Доноры, сдавшие кровь – 22 329 человек.

Средний возраст заболевших COVID-19 мужчин составляет 43-44 года, женщин – 45-48 лет. Возрастная структура инфицированных коррелирует с возрастным распределением населения региона и Российской Федерации. Форма возрастного распределения инфицированных и населения практически совпадает среди лиц 60 лет и старше, включая характерное снижение доли лиц 74-79 лет. Относительное превышение доли больных наблюдается в группе от 40 до 65 лет, что, по-видимому, связано с трудовой активностью граждан данной возрастной категории. В целом наблюдается соответствие структуры инфицированных и населения Республики Мордовия как по полу, так и по возрасту, что свидетельствует об отсутствии специфичного поражения отдельных возрастных групп [18-20].

Прогнозируя потребности в коечном фонде с учетом уровня заболеваемости и развития эпидемиологического процесса в условиях развития и распространения новой коронавирусной инфекции COVID-19, был развернут дополнительный коечный фонд инфекционного профиля и переориентированы на оказание медицинской помощи в период развития и распространения данного заболевания плановые отделения соматической патологии. Для лечения пациентов с COVID-19 было развернуто и перепрофилировано 2720 коек в 13 медицинских организациях Республики Мордовия. Было обеспечено оснащение подведением кислорода и необходимым оборудованием. Коечный фонд в первую волну пандемии увеличился в 6 раз, во вторую – в 8,5. При этом, согласно данным оперативного штаба, в регионе постоянно сохранялся резервный коечный фонд (табл. 1). Так, на 29 сентября 2021 г. в резерве сохраняются 249 коек.

Таблица 1

Мощность коечного фонда инфекционного профиля в Республике Мордовия

№	Наименование медицинской организации	Количество коек до пандемии	Количество коек (1-ая «волна»)	Количество коек (2-ая «волна»)
1	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская клиническая больница имени С.В. Каткова»	-	380	405
2	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская инфекционная клиническая больница»	205	215	260
3	ГБУЗ Республики Мордовия «Рузаевская ЦРБ»	30	187	185
4	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская клиническая больница №4»	-	180	410
5	ГБУЗ Республики Мордовия «Поликлиника № 2»	-	160	280
6	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская офтальмологическая больница»	-	150	160
7	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская клиническая больница №5»	-	115	135

Продолжение таблицы 1

8	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканский госпиталь»	-	115	210
9	ГБУЗ Республики Мордовия «Торбеевская ЦРБ»	7	110	105
10	ГБУЗ Республики Мордовия «Комсомольская ЦРБ»	15	100	110
11	ГБУЗ Республики Мордовия «Ардатовская РБ»	5	75	110
12	ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканский наркологический диспансер»	-	50	65
13	ГБУЗ Республики Мордовия «Зубово-Полянская РБ»	10	25	33
14	ГБУЗ Республики Мордовия «Ковылкинская ЦРБ»	15	20	130
15	ГБУЗ Республики Мордовия «Краснослободская ЦРБ»	15	20	20
16	ГБУЗ Республики Мордовия «Старошайговская РБ»	-	20	-
17	ГБУЗ Республики Мордовия «Темниковская РБ им. А.И. Рудявского»	5	20	-
18	ГБУЗ Республики Мордовия «Ичалковская ЦРБ»	8	15	-
19	ГБУЗ Республики Мордовия «Теньгушевская районная больница»	5	-	-
20	Филиал «Б-1» ФКУЗ МСЧ №13 ФСИН России	-	-	22
	Итого	320	1957	2720

Таблица 2

Сравнительная характеристика заболеваемости и летальности от новой коронавирусной инфекции в Республике Мордовия и соседних регионах (по состоянию на 29.09.2021 г.)

Регион	Всего заболевших	Всего летальных случаев	Летальность
Республика Мордовия	28 053	557	1,99%
Ульяновская область	82 424	2 569	3,12%
Нижегородская область	168 545	6 553	3,89%
Самарская область	104 037	3 829	3,68%
Пензенская область	70 093	2 666	3,80%
Поволжский федеральный округ	974 979	33 517	3,44%

Анализируя ситуацию с заболеваемостью COVID-19 в Мордовии, установлено, что Республика занимает последнее место по уровню летальности и одно из последних по уровню распространения вируса (R_t) в сравнении с соседними регионами и с общими показателями РФ (табл. 2).

В целом вероятность смерти от коронавируса COVID-19 в Республике Мордовия аналогична показателям во всем мире. Вероятность летального исхода по возрастам исходя из статистики составляет: 80+ лет – 14,8%; 70-79 лет – 8%; 60-69 лет – 3,6%; 50-59 лет – 1,3%; 10-49 лет – 0,2%; 0-9 лет – 0,01%.

В регионе проводится активная кампания вакцинации против коронавирусной инфекции. Так, по состоянию на 29 сентября 2021 г. всего привито 328 975 человек, из них 6520 ревакцинировано, 322 455 привито первично, 34 132 однократно, 288 323 двукратно (76,2% от полученного второго компонента). Реализовано 70,7% от поступившей вакцины. Выполнение плана завершённой вакцинации – 80,8%. От общего количества привитых доля лиц старше 60 лет составила 36,3%. Функционируют 25 точек вакцинации: из них 23 – государственные медицинские организации, подведомственные Министерству здравоохранения Республики Мордовия и 2 ведомственные медицинские организации. Для иммунизации взрослого населения задействованы 17 мобильных передвижных комплексов. В медицинских организациях республики сформированы 43 мобильных прививочные бригады для иммунизации трудовых коллективов и неорганизованного населения по месту жительства.

Обеспечена возможность записи населения на вакцинацию в медицинские организации посредством электронной записи через портал Госуслуг. Всего с 18 января 2021 года по текущую дату на портале Госуслуг было опубликовано 79 324 слотов для записи на вакцинацию, осуществлено 30 280 записей.

Заключение. Важным аспектом организации оказания медицинской помощи

пациентам с COVID-19 является организация преемственности в лечении и реабилитации пациентов на этапе стационара и поликлиники. Полученные сведения подтверждают значимость организации амбулаторного этапа медицинской помощи пациентам с коронавирусной инфекцией в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями.

Не менее актуально сформировать приверженность пациента к назначенной на амбулаторном этапе терапии и исключить самолечение. Важным в этом направлении было решение о бесплатном обеспечении лекарственными средствами на догоспитальном этапе (приказ Министерства здравоохранения Республики Мордовия 1405 от 09.11.2020 «Об организации обеспечения лекарственными препаратами для медицинского применения пациентов с НКВИ (COVID-19)» получающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях (на дому). Дополнительно, эффективной мерой стало привлечение волонтеров из числа обучающихся Медицинского института для своевременной доставки лекарственных средств пациенту, что определило сокращение времени до начала противовирусной терапии без потери «терапевтического окна».

Таким образом, в эпоху COVID-19 медицинскому сообществу необходимо адаптировать стратегию и тактику, применять новые технологии и активно взаимодействовать с пациентами и населением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Coronavirus infections and immune responses / Geng L., Fan Y., Lai Y. [et al.] // *J Med Virol.* – 2020. – Vol. 92(4). – pp. 24-32. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.25685>.
2. Hui, D. S. Severe acute respiratory syndrome. Historical, epidemiologic, and clinical features / D. S. Hui, A. Zumla // *Infect Dis Clin North Am.* – 2019. – Vol. 33(4). – pp. 86–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2019.07.001>.
3. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019 / Zhu N., Zhang D., Wang W. [et al.] // *N Engl J Med.* – 2020. – Vol. 382(8). – pp. 727-733. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.
4. Yin, Y. MERS, SARS and other coronaviruses as causes of pneumonia. / Y. Yin, R. G. Wunderink // *Respirology.* – 2018. – Vol. 23(2). – pp. 130-137. DOI: 10.1111/resp.13196.
5. Bulut, C. Epidemiology of COVID-19 / C. Bulut, Y. Kato // *Turkish journal of medical sciences.* – 2020. – Vol. 50(SI-1). – pp. 563-570.
6. Коронавирус. Онлайн карта. URL: <https://coronavirus-monitor.info> (дата обращения 18.09.2021)
7. Cheng, Z. J. 2019 Novel coronavirus: where we are and what we know / Z. J. Cheng, J. Shan // *Infection.* – 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01401-y>.

8. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and metaanalysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes / Li J., Huang D. Q., Zou B. [et al.] // *Journal of medical virology*. – 2021. – Vol. 93(3). – pp. 1449-1458.

9. Стопкоронавирус.рф URL: <https://стопкоронавирус.рф> (дата обращения 18.09.2021)

10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2020. – С. 142-187. URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?element_id=14933 (дата обращения 18.09.2021)

11. Vanelli, C. "WHO declares COVID-19 a pandemic." / C. Vanelli, D. Vanelli., M. Vanelli // *Acta Bio Medica: AteneiParmensis* 91.1 (2020): 157 p.

12. Economic impacts of Wuhan 2019-nCoV on China and the world / Ayittey F. K., Ayittey M. K., Chiwero N. B. [et al.] // *J Med Virol*. – 2020. <https://doi.org/10.1002/jmv.25706>.

13. Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) – China, 2020 // *China CDC Weekly*. – 2020. – Vol. 2(8). – pp. 113-122.

14. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Сообщение 1. Модели реализации профилактических и противоэпидемических мероприятий / Кутырев В. В., Попова А. Ю., Смоленский В. Ю. [и др.] // *Пробл. особо опасных инфекций*. – 2020. – Т. 1. – С. 6-13. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-6-13.

15. Временные методические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции COVID-19 (версия 15) URL: https://static0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attach/000/055/735/original/BM_P_COVID-19.pdf (дата обращения 18.09.2021)

16. Семелева, Е. В. Важность и перспективность работы центров здоровья / Е. В. Семелева, О. А. Смирнова // *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. – 2019. – Т. 55. – С. 150-151. URL: <http://healthproblem.ru>. (дата обращения 18.09.2021)

17. Поражение сердца у детей с мультисистемным воспалительным синдромом, ассоциированным с новой коронавирусной инфекцией / Балыкова Л. А., Солдатов О. М., Ивянская Н. В. [и др.] // *Российский кардиологический журнал*. – 2021. – Т. 26(S6). – С. 14. URL: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/index>.

18. COVID-2019 в Республике Дагестан / Л.М. Асхабова, Л.Ф. Сабиров, Г.В. Унтилов, Л.А. Гаджиева // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. – 2020. – Т. 9(4). – С. 46-53. DOI: 10.33029/2305-3496-2020-9-4-46-53.

19. Улумбекова, Г. Э. Предложения по реформе здравоохранения РФ после завершения пика пандемии COVID-19 / Г. Э. Улумбекова // *ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ*. – 2020. – Т. 6(2). – С. 9-26. DOI: 10.24411/2411-8621-2020-12001.

20. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China / Guan W., Ni Z., Hu Y. [et al.] // *N Engl J Med*. – 2020. – Vol. 382. – pp. 1708-1720.

REFERENCES

1. Geng L., Fan Y., Lai Y., Han T., Li Z., Zhou P., Pan P., Wang W., Hu D., Liu X., Zhang Q., Wu J. Coronavirus infections and immune responses. *J Med Virol*, 2020, vol. 92(4), pp. 24-32. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.25685>.

2. Hui D.S., Zumla A. Severe acute respiratory syndrome. Historical, epidemiologic, and clinical features. *Infect Dis Clin North Am*, 2019, vol. 33(4), pp. 86-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2019.07.001>.

3. Zhu N., Zhang D., Wang W., Li X., Yang B., Song J., Zhao X., Huang B., Shi W., Lu R. et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*, 2020, vol. 382(8), pp. 727-733. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.

4. Yin Y., Wunderink R.G. MERS, SARS and other coronaviruses as causes of pneumonia. *Respirology*, 2018, vol. 23(2), pp. 130-137. DOI: 10.1111/resp.13196.

5. Bulut C., Kato Y. Epidemiology of COVID-19. *Turkish journal of medical sciences*, 2020, vol. 50(SI-1), pp. 563-570.

6. Coronavirus. Online map. Available at: <https://coronavirus-monitor.info> (accessed 18.09.2021)

7. Cheng Z.J., Shan J. 2019 Novel coronavirus: where we are and what we know. *Infection*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01401-y>.

8. Li J., Yang H., Hui W.Z., Rui F., Yee N.T.S., Liu C., Nerurkar S.N., Kai J.C.Y., et al. Epidemiology of COVID-19: A systematic review and metaanalysis of clinical characteristics, risk factors, and outcomes. *Journal of medical virology*, 2021, vol. 93(3), pp. 1449-1458.

9. Stopcoronavirus.rf. Available at: <https://стопкоронавирус.рф> (accessed 18.09.2021)

10. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2019. State report. Moscow: Federal Service for

- Supervision of the Protection of Human Rights and Human Well-being. 2020, pp. 42-187. Available at: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?element_id=14933 (accessed 18.09.2021) (in Russ.)
11. Vanelli C., Vanelli D., Vanelli M. WHO declares COVID-19 a pandemic. *Acta Bio Medica: AteneiParmensis* 91.1, 2020. 157 p.
12. Ayittey F.K, Ayittey M.K, Chiwero N.B., Kamasah J.S., Dzuvor C. Economic impacts of Wuhan 2019-nCoV on China and the world. *J Med Virol*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.25706>.
13. Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) – China, 2020. *China CDC Weekly*, 2020, vol. 2(8), pp. 113-122.
14. Kutyrev V.V., Popova A.Yu., Smolensky V.Yu., Yezhova E.B., Demina Yu.V., Safronov V.A., Karnaukhov I.G., Ivanova A.V., Shcherbakova S.A. Epidemiological Features of New Coronavirus Infection (COVID-19). Communication 1: Modes of Implementation of Preventive and Anti-Epidemic Measures. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2020, vol. 1, pp. 6-13. DOI: [10.21055/0370-1069-2020-1-6-13](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-1-6-13) (in Russ.).
15. Temporary guidelines for the prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection COVID-19 (version 15) Available at: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/055/735/original/BMP_COVID-19.pdf (accessed 18.09.2021) (in Russ.)
16. Semeleva E.V., Smirnova O.A. The importance and prospects of health centers. *Current Problems of Healthcare and Medical Statistics*, 2019, vol. S5, pp. 150-151. Available at: <http://healthproblem.ru> (accessed 18.09.2021) (in Russ.)
17. Balykova L.A., Soldatov O.M., Ivyanskaya N.V., Krasnopol'skaya A.V., Gordeeva M. V., Zinnikova K.N., Nuyakshina A.V. Cardiac involvement in children with multisystem inflammatory syndrome associated with a new coronavirus infection. *Russian Journal of Cardiology*, 2021, vol. 26(S6), p. 14. Available at: <https://russjcardiol.elpub.ru/jour/index> (accessed 18.09.2021) (in Russ.)
18. Askhabova L.M., Sabirov L.F., Untilov G.V., Gadzhieva L.A. COVID-2019 in the Republic of Dagestan. *Infectious diseases: news, opinions, training*, 2020, vol. 9(4), pp. 46-53. DOI: [10.33029/2305-3496-2020-9-4-46-53](https://doi.org/10.33029/2305-3496-2020-9-4-46-53) (in Russ.).
19. Ulumbekova G.E. Proposals for the healthcare reform of the Russian Federation after the end of the peak of the COVID-19 pandemic. *Healthcare Management: News, Opinions, Training. Bulletin of the VSHOUZ*, 2020, vol. 6(2), pp. 9-26. DOI: [10.24411/2411-8621-2020-12001](https://doi.org/10.24411/2411-8621-2020-12001) (in Russ.).
20. Guan W., Ni Z., Hu Y., Liang W., Ou C., He J., Liu L., Shan H., Lei C., Hui D.S.C. et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med*, 2020, vol. 382, pp. 1708-1720.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ.

Елена Владимировна Семелева – доцент кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения с курсом гигиены медицинского института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: shtanina37@mail.ru.

Екатерина Владимировна Плигина – ассистент кафедры общественного здоровья и организации здравоохранения с курсом гигиены медицинского института ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: pliginaev@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Elena Vladimirovna Semeleva – Associate Professor of the Department of Public Health and Healthcare Management with the Hygiene course, Medical Institute of the Mordovia State University, Saransk, e-mail: shtanina37@mail.ru.

Ekaterina Vladimirovna Pligina – Assistant of the Department of Public Health and Healthcare Management with the Hygiene course, Medical Institute of the Mordovia State University, Saransk, e-mail: shtanina37@mail.ru.

Для цитирования: Семелева, Е. В. Оценка организации оказания медицинской помощи в период пандемии COVID-19 в республике Мордовия / Е. В. Семелева, Е. В. Плигина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: [10.51871/2588-0500_2022_06_03_33](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_03_33)

For citation: Semeleva E.V., Pligina E.V. Assessment of the medical care organization during the COVID-19 pandemic in the republic of Mordovia. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: [10.51871/2588-0500_2022_06_03_33](https://doi.org/10.51871/2588-0500_2022_06_03_33)

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_34
УДК 616-006

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_34
UDC 616-006

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ БОЛЬНЫХ РАННИМ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ С/БЕЗ ПОДМЫШЕЧНОЙ ЛИМФАДЕНЭКТОМИИ

М.В. Старкова¹, Т.И. Грушина², В.В. Жаворонкова³, И.И. Орлов²

¹Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ РФ, г. Москва, Россия

²ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия

³ГБУЗ «Волгоградский областной клинический онкологический диспансер», г. Волгоград, Россия

Аннотация. Качество жизни онкологических пациентов – важный критерий качества проводимой терапии и планирования реабилитационных мероприятий. Особенно актуально исследование для локализаций опухолевого процесса, лечение которого происходит с эстетическими потерями. Объектом исследования были 300 женщин (медиана возраста – 50 лет), больных ранним раком молочной железы (сT₁₋₂N₀M₀). Все больные получили хирургическое лечение в объеме мастэктомии по J. Madden и были разделены на 3 сопоставимые группы: 1 гр. (n=94) – с подмышечной лимфаденэктомией; 2 гр. (n=73) – с биопсией сторожевого лимфатического узла и 3 гр. (n=133) – без подмышечной лимфаденэктомии. Далее в 100% случаев была проведена адьювантная терапия. Для оценки качества жизни до хирургического лечения и через 1 год после лечения использовался опросник EORTC QLQ-C30 V.3 и через 1 год после лечения – опросник EORTC QLQ-BR23. Исходно группы больных были сопоставимы по функциональным и симптоматическим шкалам, шкалам глобального статуса здоровья и качества жизни с общим снижением эмоционального функционирования. Через 1 год после лечения больные 2 и особенно 3 гр. обладали более высокими показателями физического, эмоционального, когнитивного и социального функционирования (p<0,05), чем больные 1 гр. При сравнении симптоматических показателей статистически значимая разница в группах была выявлена при оценке параметров: боль (наибольшая разница), усталость, бессонница, тошнота и рвота, что было выражено в большей степени у больных 1 гр. и в меньшей степени – у больных 2 и 3 гр. Показатель «Побочные эффекты со стороны верхней конечности» у больных 1 гр. составил 27,95±2,6, 2 гр. – 17,48±2,1, а наименьший показатель – 5,38±1,1 был отмечен у больных 3 гр. Средние показатели шкалы «глобального статуса здоровья и качества жизни» больных по сравнению с исходными были: у больных 1 гр. – 58,5±2,8 против 74,71±1,6, 2 гр. – 66,56±0,9 против 75,12±1,5 и 3 гр. – 75,23±2,8 против 73,68±3,2 (p<0,05).

Ключевые слова: рак молочной железы, мастэктомия, лимфодиссекция, биопсия сторожевого лимфоузла, качество жизни.

QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH EARLY BREAST CANCER AFTER SURGERY WITH/WITHOUT AXILLARY LYMPH NODE DISSECTION

M.V. Starkova¹, T.I. Grushina², V.V. Zhavoronkova³, I.I. Orlov²

¹P.A. Herzen Moscow Research Oncological Institute – Branch of the FSBI "National Medical Research Center of Radiology" of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

²Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of Moscow, Moscow, Russia

³Volgograd Region Clinical Oncological Dispensary, Volgograd, Russia

Annotation. The quality of life of cancer patients is an important criterion for the quality of therapy and planning of rehabilitation measures. The study is especially relevant for the localization of the tumor process, the treatment of which occurs with aesthetic losses. The study involved 300

women (median age – 50 years) with early breast cancer (cT₁₋₂N₀M₀). All patients received mastectomy according to J. Madden and were divided into 3 comparable groups: 1 group (n=94) – with axillary lymph node dissection; 2 group (n=73) – with sentinel lymph node biopsy and 3 group (n=133) – the lymph nodes preservation. All patients received adjuvant therapy. The EORTC QLQ-C30 V.3 questionnaire was used to assess the quality of life before surgical treatment and 1 year after treatment, and the EORTC QLQ-BR23 questionnaire was used 1 year after treatment. Initially, groups of patients were comparable in functional and symptomatic scales, scales of global health status and quality of life with a general decrease in emotional functioning. 1 year after treatment, patients of the 2 group and especially the 3 group had higher indicators of physical, emotional, cognitive and social functioning ($p < 0.05$) than patients of the 1 group. When comparing the symptomatic indicators, a statistically significant difference in the groups was revealed when assessing the parameters: pain (the greatest difference), fatigue, insomnia, nausea and vomiting, which was expressed to a greater extent in patients of the 1 group and to a lesser extent – in patients of the 2 and 3 groups. The “Side effects from the upper limb” in patients of the 1 group was 27.95 ± 2.6 , in patients of the 2 group – 17.48 ± 2.1 , and the lowest indicator – 5.38 ± 1.1 was observed in patients of the 3 group. The average indicators of the “global health status and quality of life” scale of patients compared with the baseline were the following: in patients of the 1 group – 58.5 ± 2.8 vs. 74.71 ± 1.6 , the 2 group – 66.56 ± 0.9 vs. 75.12 ± 1.5 , the 3 group – 75.23 ± 2.8 vs. 73.68 ± 3.2 ($p < 0.05$).

Keywords: breast cancer, radical mastectomy, lymph node dissection, sentinel lymph node biopsy, quality of life.

Введение. В настоящее время все большее внимание уделяется качеству жизни, связанного со здоровьем (Health-Related Quality of Life, HRQoL) онкологических больных при проведении адекватного хирургического лечения. Радикальная мастэктомия в модификациях Пейти (D.H. Patey) и Дайсона (W.H. Dyson) или Маддена (J.L. Madden) остаются основой противоопухолевого лечения раннего рака молочной железы (РМЖ). Они традиционно включают регионарную лимфодиссекцию, сопряженную с многочисленными осложнениями, резко снижающими качество жизни больных. Однако в последние годы хирургия лимфатических коллекторов в лечении РМЖ претерпела существенные изменения. Для решения вопроса о целесообразности выполнения больным РМЖ подмышечной лимфаденэктомии специалисты стали проводить биопсию сторожевого лимфатического узла [1-2], и сегодня она считается применимым методом во многих клинических ситуациях, при которых ранее была невыполнимой. Дальнейшие исследования показали, что при условии системной адьювантной терапии общая и безрецидивная выживаемость больных ранним РМЖ без аксиллярной лимфодиссекции не

снижается, а, следовательно, возможно сохранение регионарных лимфатических узлов [3-4].

Цель исследования: провести сравнительный анализ показателей качества жизни больных ранним раком молочной железы после хирургического лечения с/без регионарной лимфодиссекции.

Методы и организация исследования. Дизайн исследования – открытое проспективное когортное контролируемое клиническое исследование. Объектом исследования были 300 женщин, больных первичным односторонним ранним раком молочной железы.

Критериями включения больных в исследование были:

- возраст больных – 30-59 лет;
- инвазивный рак молочной железы без признаков специфичности, высокой (G1) или умеренной степени дифференцировки (G2);
- размер первичной опухоли до 5 см (cT₁₋₂);
- отсутствие по данным предоперационного ультразвукового исследования пораженных лимфатических узлов (cN₀);

- молекулярно-биологический подтип (иммуногистохимический тип опухоли) – люминальный A, Her2/neu – негативный;

- больные, подписавшие информированное согласие на включение в исследование.

Все больные получили хирургическое лечение в объеме мастэктомии в модификации J. Madden, но в зависимости от вмешательства в области регионарных лимфатических коллекторах были разделены на 3 группы.

Больные 1 группы (n=94) – с подмышечной лимфаденэктомией, больные 2 группы (n=73) – с биопсией сторожевого лимфатического узла, больные 3 группы (n=133) – без подмышечной лимфаденэктомии.

Наблюдаемые группы больных были сопоставимы не только по возрасту (медиана возраста больных во всех трех группах составила 50 лет), клинической и патоморфологической стадии, гистологическому и молекулярно-генетическому типу первичной опухоли, но и по видам адьювантной лучевой и химиотерапии.

Для оценки качества жизни больных РМЖ использовались русскоязычные версии опросников: общий опросник EORTC QLQ-C30 V.3 (European Organization for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Core Questionnaire) и специальный опросник EORTC QLQ-BR23 (Breast cancer module). Больные либо самостоятельно заполняли предлагаемые опросники, либо опрос больных проводился путем интервьюирования. Опросник EORTC QLQ-C30 включает в себя 30 вопросов, разделенных на 3 шкалы: «функциональные шкалы», «симптоматические шкалы и отдельные показатели» и «шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни». «Функциональные шкалы»: физическое функционирование (PF), ролевое функционирование (RF), эмоциональное функционирование (EF), когнитивное функционирование (CF) и социальное функционирование (SF). «Симптоматические шкалы и отдельные

показатели»: одышка (DY), боль (PA), усталость (FA), бессонница (SL), аппетит (AP), тошнота и рвота (NV), констипация (CO), диарея (DI), финансовые трудности (FI). «Шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни»: глобальный статус здоровья (GHS) и качество жизни (QL). Опросник EORTC QLQ-BR23 включает 23 вопроса, разделенные на 2 шкалы: «функциональные шкалы», «симптоматические шкалы». «Функциональные шкалы»: телесный образ (BRBI), сексуальное функционирование (BRSEF), сексуальное удовлетворение (BRSEE), перспективы на будущее (BRFU). «Симптоматические шкалы»: побочные эффекты системной терапии (BRST), побочные эффекты со стороны молочной железы (BRBS), со стороны верхней конечности (BRAS), психоэмоциональное расстройство, связанное с выпадением волос (BRHL). При ответах на вопросы используется шкала Лайкерта от 1 – «совсем не беспокоит/не было» до 4 – «очень сильно беспокоит», все шкалы оцениваются в диапазоне от 1 до 100 баллов. При оценке «функциональных шкал» и «шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни» считается более благоприятным результатом максимальная, а при оценке «симптоматических шкал» – минимальная сумма баллов.

Оценка результатов опросников проводилась в соответствии со стандартными рекомендациями EORTC по изучению качества жизни больных [5-6]. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы Statistica for Windows 8 (StatSoft Inc.) и MedCalc.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение качества жизни больных РМЖ по общему опроснику EORTC QLQ-C30 V.3 проводилось в двух временных точках – за один день до хирургического лечения и через 1 год после лечения, а по специальному опроснику EORTC QLQ-BR23 – через 1 год после лечения. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Показатели опросника EORTC QLQ-C30 до хирургического лечения и через 1 год после лечения больных ранним раком молочной железы

Шкалы	До хирургического лечения				Через 1 год после лечения			
	1 группа (n=94)	2 группа (n=73)	3 группа (n=133)	p (точный тест Фишера)	1 группа (n=94)	2 группа (n=73)	3 группа (n=133)	p (точный тест Фишера)
Функциональные шкалы								
Физическое функционирование (PF)	93,27 ±1,1	92,06 ±1,1	91,53 ±1,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	77,66 ±1,4	81,17 ±1	86,69 ±2,7	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Рольевое функционирование (RF)	93,37 ±1,6	90,87 ±1,7	91,68 ±1,9	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	81,57 ±1,3	83,57 ±1,5	87,52 ±3,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05
Эмоциональное функционирование (EF)	73,61 ±2,5	73,50 ±2,7	75,81 ±2,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	77,16 ±2,3	83,06 ±2	84,40 ±2,7	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Когнитивное функционирование (CF)	86,91 ±2,3	90,70 ±1,9	89,81 ±1,3	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	78,66 ±1,9	86,26 ±1,6	86,48 ±3,1	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Социальное функционирование (SF)	88,06 ±2,5	90,79 ±1,6	92,31 ±2,1	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	76,38 ±2,1	85,70 ±1,3	91,16 ±2,9	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Симптоматические шкалы и отдельные показатели								
Одышка (DY)	13,53 ±2,3	12,34 ±1,6	13,63 ±3,9	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	20,05 ±2,2	19,16 ±1,7	19,28 ±4,9	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05

Продолжение таблицы 1

Боль (РА)	7,86±1,6	7,51±1,4	8,91±2,1	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	21,60±1,8	15,69±1,2	9,88±2,8	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Усталость (FA)	24,88±2,5	22,87±2,1	24,92±3,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	31,49±2,4	26,37±1,9	25,19±3,8	p(1,2)<0,05
Бессонница (SL)	23,03±2,7	23,77±2,6	25,11±5,1	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	27,48±2,6	18,16±2,3	17,69±3,6	p(1,2)<0,05 p(1,3)<0,05
Аппетит (AP)	11,59±2,2	12,53±2,3	11,24±2,3	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	4,16±1,9	3,58±1,8	4,56±2,4	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05
Тошнота и рвота (NV)	5,84±1,4	3,22±0,8	6,80±3,3	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	2,57±1,3	3,06±0,7	1,56±0,9	p(2,3)<0,05
Констипация (CO)	13,47±2,7	19,58±1,1	11,45±3,1	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	8,17±2,3	7,23±1,1	6,34±2,7	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05
Диарея (DI)	3,54±1,2	5,37±1,5	4,29±3,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05	2,75±1,3	2,45±1,2	2,08±2,1	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05 p(2,3)>0,05
Финансовые трудности (FI)	23,80±3,1	22,56±2,6	23,97±3,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05	22,49±2,1	22,15±2,4	19,92±1,5	p(1,2)>0,05 p(1,3)>0,05

				$p_{(2,3)} > 0,05$					$p_{(2,3)} > 0,05$
--	--	--	--	--------------------	--	--	--	--	--------------------

Продолжение таблицы 1

Шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни								
Глобальный статус здоровья и качество жизни (GHS/QL)	74,71±1,6	75,12±1,5	73,68±3,2	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$	58,5±2,8	66,56±0,9	75,23±2,8	$p_{(1,2)} < 0,05$ $p_{(1,3)} < 0,05$ $p_{(2,3)} < 0,05$

Примечание: значение p указывалось для сравнений: $p_{(1,2)}$ – сравнение 1 и 2 группы; $p_{(1,3)}$ – сравнение 1 и 3 группы; $p_{(2,3)}$ – сравнение 2 и 3 группы

Таблица 2

Показатели опросника EORTC QLQ BR-23 через 1 год после лечения больных ранним раком молочной железы

Шкалы	1 группа (n=94)	2 группа (n=73)	3 группа (n=133)	p (точный тест Фишера)
Телесный образ (BRBI)	64,23±4,2	70,97±3,2	71,51±6,4	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$
Сексуальное функционирование (BRSEF)	22,60±3,2	22,29±3,2	23,44±4,6	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$
Сексуальное удовлетворение (BRSEE)	32,31±4,1	21,67±3,9	23,49±5,6	$p_{(1,2)} < 0,05$
Перспективы на будущее (BRFU)	41,59±3,8	42,61±4,0	41,87±4,9	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$
Побочные эффекты системной терапии (BRST)	25,27±2,1	24,97±2,5	27,27±3,1	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$
Побочные эффекты со стороны молочной железы (BRBS)	17,38±1,0	15,34±1,9	15,30±2,3	$p_{(1,2)} < 0,05$
Побочные эффекты со стороны верхней конечности (BRAS)	27,95±2,6	17,48±2,1	5,38±1,1	$p_{(1,2)} < 0,05$ $p_{(1,3)} < 0,05$ $p_{(2,3)} < 0,05$
Психоэмоциональное расстройство, связанное с выпадением волос (BRHL)	20,18±4,3	19,63±3,9	17,23±6,4	$p_{(1,2)} > 0,05$ $p_{(1,3)} > 0,05$ $p_{(2,3)} > 0,05$

Согласно опроснику EORTC QLQ-C30 симптоматическим шкалам, шкалам V.3 исходно группы больных были сопоставимы по функциональным и глобального статуса здоровья и качества жизни. Как видно из данных таблиц 1 и 2,

больные 2 и особенно 3 группы через 1 год после лечения обладали более высокими показателями физического, эмоционального, когнитивного и социального функционирования ($p < 0,05$), чем больные 1 группы, которые перенесли наиболее травматичную операцию. При сравнении симптоматических показателей статистически значимая разница в группах была выявлена при оценке параметров: боль, усталость, бессонница, тошнота и рвота, что было выражено в большей степени у больных 1 группы и в меньшей степени – у больных 2 и 3 группы. Причем наиболее значимая разница была получена по показателю «боль».

При анализе результатов опросника EORTC QLQ BR-23 всех трех групп больных статистически сильно значимая разница была отмечена в показателе «Побочные эффекты со стороны верхней конечности» ($p < 0,05$). Несмотря на год, прошедший после лечения, у больных 1 группы данный показатель составил $27,95 \pm 2,6$. У больных 2 группы он был ниже и составил $17,48 \pm 2,1$, а наименьший показатель – $5,38 \pm 1,1$ был отмечен у больных 3 группы.

Проведение больным ранним РМЖ мастэктомии в модификации J. Madden без вмешательства в области регионарного лимфатического коллектора является предпочтительным по показателям глобального статуса здоровья и качества жизни. Как показало исследование, через 1 год после лечения средние показатели шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни больных по сравнению с исходными были следующими: у больных 1 группы – $58,5 \pm 2,8$ против $74,71 \pm 1,6$, у больных 2 группы – $66,56 \pm 0,9$ против $75,12 \pm 1,5$, у больных 3 группы – $75,23 \pm 2,8$ против $73,68 \pm 3,2$ ($p < 0,05$).

За прошедшие годы онкологами было достигнуто понимание, и стал общепризнанным тот факт, что эффективность лечения больных РМЖ должна оцениваться не только количеством, но и качеством прожитых лет. В связи с этим, стали разрабатываться виды органосохраняющих/реконструктивно-пластических

операций и изучаться их взаимосвязь с изменениями качества жизни больных [7-9]. Несомненно, сохранение молочной железы – важный аспект качества жизни больных женщин. Но не менее значимым является и максимально высокий уровень функционирования больных, на который отрицательное влияние оказывают осложнения подмышечной лимфаденэктомии. Это – лимфатический отек (лимфедема) верхней конечности, ограничение подвижности в плечевом суставе, брахиоплексопатия и невропатия на стороне операции, синдром подмышечной паутины, флеботромбозы, длительная лимфорейя и серома, грубые рубцовые изменения и др. Во избежание перечисленных осложнений рядом авторов начато углубленное изучение безопасных по онкологическим критериям видов операций без обязательной регионарной лимфодиссекции. Несмотря на различия в критериях включения больных в подобные исследования и временных точках представления результатов общая тенденция улучшения качества жизни прослежена исключительно для варианта с биопсией сторожевого лимфатического узла по сравнению с подмышечной лимфаденэктомией [10-13]. Результаты нашего исследования показали, что перед хирургическим лечением, т.е. на том этапе, когда сильный стресс от постановки диагноза уже пережит больными РМЖ, общим для всех больных являлось снижение эмоционального функционирования в аналогичных значениях. Иными словами, планируемый объем оперативного вмешательства с или без лимфодиссекции никак не влиял на тяжесть эмоциональных расстройств. Сравнительный анализ показателей качества жизни больных при всех трех вариантах хирургии лимфатических коллекторов доказал, что через 1 год после окончания лечения больные, перенесшие операцию с лимфодиссекцией, имели более низкие показатели функционирования, чем больные после биопсии сторожевого лимфатического узла и особенно больные без лимфодиссекции. Статистически значимая разница в группах была отмечена при

анализе четырех параметров: физическое, эмоциональное, когнитивное и социальное функционирование. Больные, перенесшие операцию с лимфодиссекцией, испытывая физический дискомфорт из-за боли, парестезий, отека верхней конечности, ограничения подвижности в плечевом суставе на стороне операции, а, следовательно, не удовлетворенные своим физическим функционированием, были ограничены в повседневной и трудовой жизни. С психоэмоциональными нарушениями были тесно связаны изменения в когнитивной сфере. Больные после биопсии сторожевого лимфатического узла и особенно больные без лимфодиссекции имели меньше затруднений в уходе за собой. Из этих больных наилучшие показатели функционирования были получены у больных с полностью сохраненными лимфатическими узлами.

При анализе специального опросника единственный статистически значимый критерий был «Побочные эффекты со стороны верхней конечности». Данный показатель был высоким у больных в группе лимфодиссекции, на 37,5% ниже у больных после биопсии сторожевого лимфатического узла и на 80,8% ниже у больных в группе без хирургического вмешательства в области регионарных лимфатических узлов.

Заключение. Итак, больные ранним раком молочной железы без хирургического вмешательства в области регионарных лимфатических узлов к концу первого года наблюдения имели аналогичные исходным показатели шкалы глобального статуса здоровья и качества жизни, их функционирование улучшилось до предоперационного уровня, что имеет большое значение для сохранения их трудоспособности и социального статуса.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи, о которых следует сообщить.

Информация о финансировании: работа выполнена только за счет личных средств авторов.

Conflict of interest: the authors declare no obvious or potential conflict of interest associated with the article's publication that must be informed.

Funding: the authors received no financial support for the research.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

7. Blumencranz P, Leitch AM et al. Locoregional Recurrence After Sentinel Lymph Node Dissection With or Without Axillary Dissection in Patients With Sentinel / Giuliano A. E., McCall L., Beitsch P. [et al] // *Ann Plast Surg.* – 2016. – Vol. 264(3). – pp. 413-420. DOI: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181f08f32>.

8. Методы диагностики сторожевого лимфатического узла у больных раком молочной железы / Зикирходжаев А. Д., Грушина Т. И., Старкова М. В. [и др.] // *Сибирский онкологический журнал.* – 2020. – Т. 19(5). – С. 88-96. [In English] Zikiryakhodzhaev A.D., Grushina T.I., Starkova M.V., Kazaryan L.P., Volkova Yu.I., Bagdasarova D.V., Ablitsova N.V., Skreptsova N.S., Usov F.N. Methods for sentinel lymph node detection in patients with breast cancer. *Siberian Journal of Oncology*, 2020, vol. 19(5), pp. 88-96. DOI:

<https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-5-88-96>.

9. Kuru, B. The Adventure of Axillary Treatment in Early Stage Breast Cancer / B. Kuru // *Eur J Breast Health.* – 2020. – Vol. 16(1). – pp. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.5152/ejbh.2019.5157>.

10. Axillary management for young women with breast cancer varies between patients electing breast-conservation therapy or mastectomy / Tadros A. B., Moo T. A., Stempel M. [et al] // *Breast Cancer Res Treat.* – 2020. – Vol. 180(1). – pp. 197-205. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10549-019-05520-5>.

11. On behalf of the EORTC Quality of Life Group. The EORTC QLQ-C30 Scoring Manual (3rd Edition) / Fayers P. M., Aaronson N. K., Bjordal K. [et al] – Published by: European Organization for Research and Treatment of Cancer, Brussels, 2001. – 78 p.

12. The EORTC breast cancer-specific quality-of-life questionnaire module: First results from a three-country field study / Sprangers M. A. G., Groenvold M., Arraras L. [et al] // *J Clin Oncol.* – 1996. – Vol. 14 (10). – pp. 2756-2768. DOI: <https://doi.org/10.1200/JCO.1996.14.10.2756>.
13. Грушина, Т. И. Психологический дистресс у больных раком молочной железы после различных видов противоопухолевого лечения / Т. И. Грушина, Г. А. Ткаченко // *Опухоли женской репродуктивной системы.* – 2016. – Т. 1(12) – pp. 56-62. [In English] Grushina T.I., Tkachenko G.A. Psychological distress syndrome in breast cancer patients after different types of cancer treatment. *Tumors of the Female Reproductive System*, 2016, vol. 1(12), pp 56-62. DOI: <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2016-12-1-56-62>.
14. Comparison of quality of life based on surgical technique in patients with breast cancer / Sun Y., Kim S. W., Heo C. Y. [et al] // *Jpn J Clin Oncol.* – 2014. – Vol. 44(1). – pp. 22-27. DOI: <https://doi.org/10.1093/jjco/hyt176>.
15. Качество жизни у больных мультицентрическим раком молочной железы / Петровский А. В., Чжан Л., Соболевский В. А. [и др.] // *Злокачественные опухоли.* – 2020. – Т. 10(1). – С. 21-28. [In English] Petrovskij A.V., Zhang L., Sobolevskij V.A., Krokhina O.V., Valiev R.K., Nechushkin M.I., Rumyantsev A.A., Amosova V.A. Quality of life in patients with multicentric breast cancer. *Malignant Tumors*. 2020, vol. 10(1), pp. 21-28. DOI: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2020-10-1-21-28>.
16. Quality of life after sentinel lymph node biopsy or axillary lymph node dissection in stage I/II breast cancer patients: a prospective longitudinal study / Kootstra J., Hoekstra-Weebers J. M., Rietman H. [et al] // *Annals of Surgical Oncology.* – 2008. – Vol. 9(15). – pp. 2533-2541. DOI: <https://doi.org/10.1245/s10434-008-9996-9>.
17. Quality-of-life impact of sentinel lymph node biopsy versus axillary lymph node dissection in breast cancer patients / Belmonte R., Garin O., Segura M. [et al] // *Value in Health.* – 2012. – Vol. 6(15). – pp. 907-915. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jval.2012.06.003>.
18. Quality of Life in Women Subjected to Surgical Treatment of Breast Cancer Depending on the Procedure Performed within the Breast and Axillary Fossa-A Single-Center, One Year Prospective Analysis / Tarkowska M., Głowacka-Mrotek I., Nowikiewicz T. [et al] // *J Clin Med.* – 2021. – Vol. 10(7). – pp. 1339. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm10071339>.
19. Patient-reported outcomes one year after positive sentinel lymph node biopsy with or without axillary lymph node dissection in the randomized SENOMAC trial / Appelgren M., Sackey H., Wengström Y. [et al] // *Breast.* – 2022. – Vol. 63. – pp. 16-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.breast.2022.02.013>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Марианна Валентиновна Старкова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения онкологии и реконструктивно-пластической хирургии молочной железы и кожи МНИОИ им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ РФ, Москва. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4141-8414>. eLibrary SPIN: 7758-8806

Татьяна Ивановна Грушина – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГАУЗ «МНПЦ МРБСМ ДЗМ», Москва, e-mail: tgrushina@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0945-4266>. eLibrary SPIN: 5275-6509.

Виктория Викторовна Жаворонкова – кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по хирургической помощи ГБУЗ «ВОКОД», заведующий кафедрой онкологии ВолгГМУ, Волгоград, e-mail: viktoriyavrach@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3403-7931>. eLibrary SPIN: 4354-1836.

Илья Иванович Орлов – врач ГАУЗ «МНПЦ МРБСМ ДЗМ», Москва, e-mail: orlov8989@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0589-6777>. eLibrary SPIN: 2622-9099.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Marianna Valentinovna Starkova – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Department of Oncology and Reconstructive Plastic Surgery of the Breast and Skin, P. A. Herzen Moscow Research Oncological Institute – Branch of the FSBI "National Medical Research Center of Radiology" of the Ministry of Health of Russia, Moscow. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4141-8414>. eLibrary SPIN: 7758-8806.

Tat'yana Ivanovna Grushina – Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher of the Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of Moscow, Moscow, e-mail: tgrushina@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0945-4266>. eLibrary SPIN: 5275-6509.

Viktoriya Viktorovna Zhavoronkova – Candidate of Medical Sciences, Deputy Chief Physician for Surgical Care, Volgograd Region Clinical Oncological Dispensary; Head of the Department of Oncology of Volgograd State Medical University, e-mail: viktoriyavrach@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3403-7931>. eLibrary SPIN: 4354-1836.

И'ya Ivanovich Orlov – Physician, Moscow Scientific and Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of Moscow, Moscow, e-mail: orlov8989@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0589-6777>. eLibrary SPIN: 2622-9099.

Для цитирования: Качество жизни больных ранним раком молочной железы после проведенных операций с/без подмышечной лимфаденэктомии / М.В. Старкова, Т.И. Грушина, В.В. Жаворонкова, И.И. Орлов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_34

For citation: Starkova M.V., Grushina T.I., Zhavoronkova V.V., Orlov I.I. Quality of life of patients with early breast cancer after surgery with/without axillary lymph node dissection. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_34

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35
УДК 611.7; 796.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35
UDC 611.7; 796.6

ПОКАЗАТЕЛИ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА И МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПЯТОЧНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ ВЕЛОТРЕКА НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ПОДГОТОВКИ

К.И. Никитина¹, Л.В. Сафонов², Т.Ф. Абрамова², Т.М. Никитина²

¹«Маммологический центр (клиника женского здоровья)» ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, г. Москва, Россия

²ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», г. Москва, Россия

Аннотация. Состояние минерального обмена отражает адаптационные возможности спортсмена и его спортивную работоспособность. Для общей популяции уставлено, что ухудшение показателей фосфорно-кальциевого обмена снижает уровень минеральной плотности костной ткани. Остеопоротические изменения являются одной из основных причин травматизма у спортсменов. Задачей настоящего исследования стало изучение взаимосвязи минеральной плотности пяточной кости и маркеров фосфорно-кальциевого обмена у представителей велотрека на этапах годичного цикла подготовки. Уровень минеральной плотности костной ткани определялся методом количественной ультразвуковой денситометрии “Achilles Express” (Lunar, USA) для изучения пяточной кости. Выявлено, что в соревновательном периоде подготовки отрицательная динамика минеральной плотности костной ткани сопряжена со снижением уровня ионизированного кальция и фосфора.

Ключевые слова: минеральная плотность костной ткани, спортсмены, велосипедисты высокой квалификации, остеопения, ультразвуковая количественная денситометрия, минеральная плотность пяточной кости, кальций ионизированный, кальций общий, фосфор, магний.

INDICATORS OF PHOSPHORUS AND CALCIUM METABOLISM AND HEEL TISSUE MINERAL DENSITY OF CYCLISTS AT THE STAGES OF THE ANNUAL TRAINING CYCLE

K.I. Nikitina¹, L.V. Safonov², T.F. Abramova², T.M. Nikitina²

¹“Mammological Center (Women's Health Clinic)”, A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, Russia

²FSBI “Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports”, Moscow, Russia

Annotation. The mineral metabolism state reflects the level of an athlete's adaptive capabilities and sports performance. For the general population, it has been established that the deterioration of the phosphorus and calcium metabolism indicators is negatively reflected in the level of bone mineral density. It is known that osteoporotic changes are one of the main causes of injuries of athletes. The objective of this research was to study the correlation between the heel bone mineral density and markers of phosphorus and calcium metabolism of cyclists at the stages of the annual training cycle. The level of bone mineral density was measured with the method of quantitative ultrasound densitometry using the “Achilles Express” device (Lunar, USA) to study the heel bone. During the competitive period, the negative dynamics of bone mineral density is associated with a decrease in the levels of ionized calcium and phosphorus in blood.

Keywords: bone mineral density, athletes, elite cyclists, osteopenia, quantitative ultrasound densitometry, heel bone mineral density, ionized calcium, total calcium, phosphorus, magnesium.

Введение. Костная ткань, выполняющая разнообразные и значимые функции, испытывает положительное влияние физической нагрузки, проявляющееся в повышении уровня минеральной плотности костной ткани (МПКТ) [1]. Профессиональная спортивная деятельность, требующая высокой мобилизации функциональных резервов организма с целью достижения максимально возможного спортивного результата [2], сопряжена с травматизмом, распространенной причиной которого является снижение МПКТ [3-5]. Известно, что остеопоротические изменения костной ткани наиболее характерны для видов спорта с ограничением воздействия гравитационной нагрузки на периферические звенья скелета [6], что актуализирует изучение маркеров риска снижения МПКТ в целях повышения эффективности медицинского контроля за состоянием здоровья спортсменов.

Изучение данных фосфорно-кальциевого обмена, включая фосфор, кальций, ионизированный и общий, магний, кальцитонин, паратиреоидный гормон и метаболиты витамина D, позволяет расширить информацию о состоянии костного метаболизма [7] и оценить направленность процессов адаптации организма спортсмена к тренировочному процессу [2, 4].

Цель исследования – определение взаимосвязи маркеров фосфорно-кальциевого обмена и показателей минеральной плотности пяточной кости (МПК) у высококвалифицированных спортсменов специализации велотрек на этапах годового цикла подготовки.

Методы и организация исследования. В трехгодичном исследовании на базе ФГБУ ФНЦ ВНИИФК принимало участие 14 спортсменов-мужчин, представителей велотрека. Спортсмены в возрасте 20,5 [20;22] лет характеризовались высокой квалификацией (мастер спорта – мастер спорта международного класса) и большим спортивным стажем 9,5 [7,25;12,00] лет. Комплексные обследования проводились на этапах годового цикла подготовки в

подготовительный, предсоревновательный, соревновательный периоды тренировочного процесса.

Определение уровней ионизированного и общего кальция, фосфора и магния в плазме крови, как биохимических маркеров фосфорно-кальциевого обмена, проводилось специалистами НЦ «ЭФиС» с применением анализатора “EXPRESS-PLUS” (CIBA-CORNING, США).

В качестве аппарата для количественной ультразвуковой денситометрии (КУЗД) с целью оценки МПКТ применялся денситометр “Achilles Express” (Lunar, USA) для области пяточной кости. Валидизированные приборы для проведения КУЗД пяточной кости применены в некоторых группах (женщины в постменопаузе и мужчины старше 65 лет) для оценки риска переломов [1]. Метод КУЗД в комбинации с клиническими факторами риска может быть использован для скрининга с целью решения вопроса о необходимости проведения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, когда её доступность снижена [8].

МПКТ трактуется по пиковой норме (значения в 20-29 лет) костной ткани (Т-критерий) и возрастной норме (Z-критерий) с учетом рекомендаций ВОЗ. Для оценки Т-критерия, используемого в нашей работе, применяются проценты от соответствующей нормы и единицы стандартных отклонений (SD): норма – показатели МПКТ от 87,1 до 113% ($\pm 1SD$); остеопения – МПКТ от 87 до 68% (от -1 до -2,5SD); остеопороз – менее 68% ($\leq 2,5SD$) [1, 7, 9].

Длина тела (см) и масса тела (кг) включены в оценку антропометрических данных. Лабильные компоненты массы тела (мышечная и жировая масса) определялись с использованием калиперометрии, рассчитывались по теоретическим формулам [10].

Программы для статистического анализа “SPSS for Windows” и “MS Office Excel 2010” использовались для расчёта медианы, 25 и 75 перцентилей, с применением непараметрических методов сравнения.

Статистически значимыми считались значения $p < 0,05$ [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Выборка спортсменов велотрека характеризовалась следующими морфологическими показателями: длина тела – 178,8 [172,9;179,9] см, масса тела – 77,2 [72,5;79,9] кг, лабильные компоненты тела: мышечная масса – 40,9 [38,1;44,0] кг и 53,9 [52,2;54,9] %, жировая массы – 7,2 [6,8;8,0] кг и 9,5 [8,9;10,0] %. Исследование антропометрических данных показало, что спортсмены велотрека сопоставимы по параметрам с моделями видовой спецификации [10].

В подготовительный, предсоревновательный и соревновательный периоды

динамика минеральной плотности пяточной кости (МППК) для правой и левой ноги составила: 102,00 [91,25;113,75] % и 105,00 [94,50;120,75] % соответственно; 102,50 [85,00;111,50] % и 108,00 [102,00;121,50] % соответственно; 98,50 [84,00;109,50] % и 99,50 [89,75;115,50] % соответственно (рисунок). Для подготовительного периода следующего года подготовки МППК для правой и левой ноги составила 104 [90,25;122,00] % и 103,00 [89,75;115,00] % соответственно (рис.). Средние значения МППК в рамках подготовительных периодов трехлетнего наблюдения имели следующую динамику: 103,50 [92,50;120,25] %, 102,00 [89,75;116,00] %, 101,50 [92,50;115,75] %.

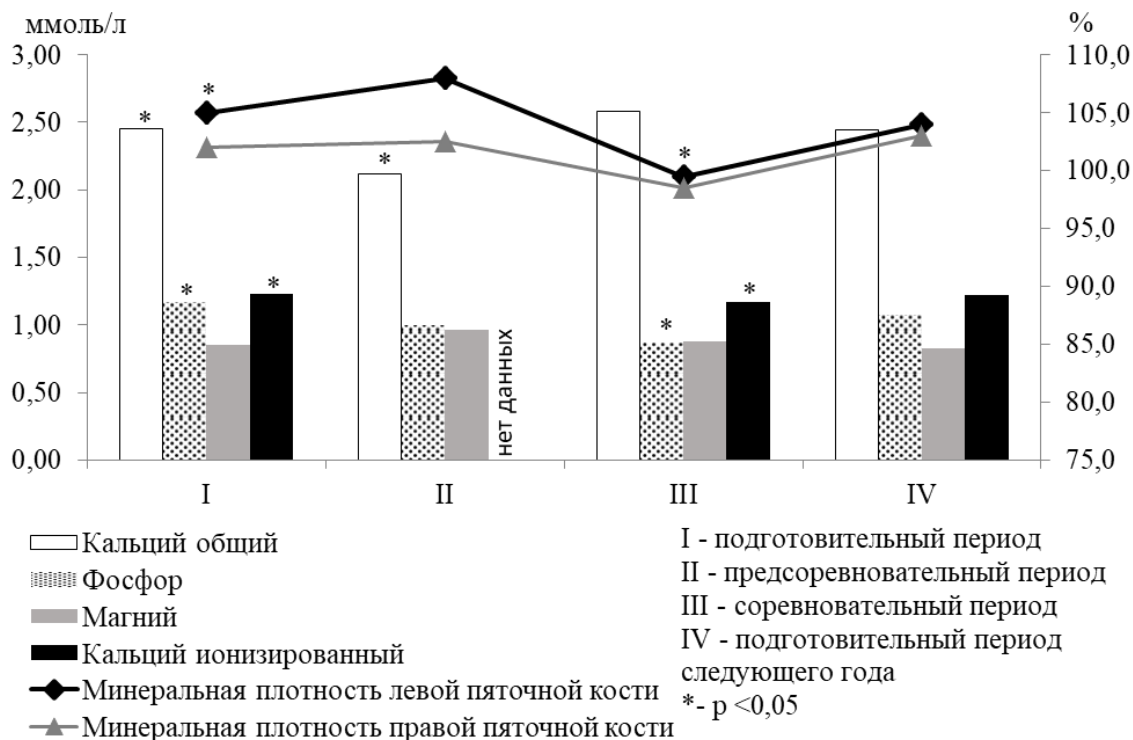


Рис. Изменения показателей минеральной плотности пяточной кости и маркеров фосфорно-кальциевого обмена у спортсменов специализации велотрека на этапах годичного цикла подготовки

Уровень ионизированного кальция (рис.) в рамках подготовительного и соревновательного периодов снижался от 1,23 [1,22;1,24] ммоль/л до 1,17 [1,13;1,18] ммоль/л соответственно, как и уровень фосфора (рисунок): от 1,17 [1,0;1,34] ммоль/л до 0,88 [0,81;1,01] ммоль/л соответственно.

Показатели магния и общего кальция (рис.) в сыворотке крови в рамках подготовительного и соревновательного периодов повышались от 0,85 [0,81;1,01] ммоль/л до 0,88 [0,82;0,95] ммоль/л и от 2,45 [2,30;2,51] ммоль/л до 2,58 [2,23;2,66] ммоль/л соответственно.

В предсоревновательный период показатели магния повышались до 0,96 [0,88; 1,10] ммоль/л при снижении уровней фосфора и общего кальция до 1,00 [0,87; 1,19] ммоль/л и до 2,12 [2,06; 2,30] ммоль/л соответственно, по сравнению с подготовительным периодом (рис.).

При наблюдении изученных показателей в рамках подготовительных периодов двухгодичных циклов тренировок маркеры фосфорно-кальциевого обмена снижались: для общего и ионизированного кальция – на 0,4 и на 1,0% соответственно, для магния и фосфора – на 2,5 и на 7,4% соответственно, оставаясь в пределах референсных значений за весь период наблюдения (рис.).

Исследование показало, что у спортсменов велосипедного спорта, представителей специализации велотрек, показатели МППК соответствовали норме [2, 9, 10], имели схожую динамику на этапах годичного цикла подготовки для левой и правой ноги (критерий Манна-Уитни, $p > 0,05$). Динамика МППК для правой ноги в течение годичного цикла подготовки не имела статистической значимости (критерий Вилкоксона, $p > 0,05$), однако МППК для левой ноги в рамках подготовительного и соревновательного периодов годичного цикла подготовки изменялась статистически значимо ($p = 0,002$), что обусловлено особенностями двигательного стереотипа в условиях трека и изменениями маркеров фосфорно-кальциевого обмена в рамках адаптации к тренировочному процессу.

Динамика снижения МППК в рамках подготовительного и соревновательного периодов соотносилась со статистически значимым снижением части изучаемых данных фосфорно-кальциевого обмена: показателями кальция ионизированного ($p = 0,001$) и фосфора ($p = 0,036$). Динамика показателей ионизированного кальция в сторону снижения в рамках подготовительного и соревновательного периодов связана с повышением активности нервно-мышечной передачи, гормонального сигнала, свертывающей системы крови на фоне интенсификации спортивной деятельности

[2]. Снижение уровня фосфора может быть связано с повышением скорости ресинтеза аденозинтрифосфата (АТФ) в процессе увеличения интенсивности физической активности [2].

Показатели общего кальция, напротив, повышались в рамках подготовительного и соревновательного периодов ($p = 0,374$) при понижении его уровня в предсоревновательном периоде по сравнению с подготовительным и соревновательным периодами ($p = 0,008$ и $p = 0,036$ соответственно). Разнонаправленность в динамике уровней ионизированного и общего кальция, возможно, объясняется ростом альбумина в период физических нагрузок [12], что актуализирует важность расчета уровня кальция, скорректированного по уровню альбумина для получения наиболее достоверных результатов, с учетом изменения значений плазменных белков в период физической активности [13].

Уровень магния в предсоревновательный период выше по сравнению с подготовительным и соревновательным периодами ($p = 0,400$ и $p = 0,236$ соответственно). Литературные источники указывают на снижение уровня магния во время физических нагрузок, происходящее за счет роста его потерь с потом, повышения его участия в сокращении мышечного волокна и проведении нервных импульсов, увеличения использования данного элемента в качестве ко-фактора многих ферментов [2, 14]. Данная тенденция отмечена нами в подготовительный и соревновательный периоды по сравнению предсоревновательным периодами, для которых в целом характерен больший объем физических нагрузок по сравнению с предсоревновательным периодом. Вместе с тем, рядом авторов выявлено повышение магния в плазме на фоне физической нагрузки при снижении его уровня в эритроцитах [15], что выявлено и в нашем исследовании в соревновательный период относительно подготовительного периода ($p = 0,767$). Для общей популяции отмечено, что показатели сыровоточного магния могут находиться в

референсном диапазоне при наличии его хронического дефицита [16]. Полученные нами данные могут указывать на необходимость определения уровня магния у спортсменов в различных биосубстратах для выявления его достоверной динамики и обеспеченности.

Динамика фосфора в рамках подготовительного и предсоревновательного периодов в виде снижения его концентрации ($p=0,293$) может быть обусловлена большей задействованностью фосфора по сравнению с кальцием и магнием в процессах восстановления в предсоревновательный период подготовки.

Изменения электролитного обмена отражают функциональное состояние организма спортсмена на фоне интенсивных нагрузок соревновательного периода, общий уровень спортивной тренированности и процессы адаптации к тренировочному процессу указывают на интенсификацию минерального и энергетического обмена, выступая фактором риска развития патологии сердечно-сосудистой системы и прогностическим признаком ухудшения спортивной работоспособности [2, 4]. Динамика снижения показателей фосфорно-кальциевого обмена в соревновательный период выступает фактором риска развития остеопоротических изменений у спортсменов, учитывая, что в общей популяции данная связь доказана [1, 7, 8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза / Белая Ж. Е., Белова К. Ю., Бирюкова Е. В. [и др.] // Остеопороз и остеопатии. – 2021. – № 24 (2). – С. 4-47.
2. Иорданская, Ф. А. Костный и минеральный обмен в системе мониторинга функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Ф. А. Иорданская, Н. К. Цепкова. – М.: Спорт, 2022. – 152 с. ISBN 978-5-907225-80-0.
3. Wilson, D. J. Osteoporosis and sport. / D. J. Wilson // Eur J Radiol. – 2019. – Vol. 110. – pp. 169-174. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.11.010.
4. Иорданская Ф.А. Метаболизм костной ткани у высококвалифицированных спортсменов на предсоревновательном этапе подготовки / Ф. А. Иорданская, Н. К. Цепкова // Вестник спортивной науки. – 2016. – № 6. – С. 35-40.
5. Ключников, С. О. Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины / С. О. Ключников, Д. А. Кравчук, М.Г. Оганисян // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 112-120.
6. Comparisons of Bone Mineral Density Between Recreational and Trained Male Road Cyclists. / Mochon C.D, Ormsbee M., Kim J.S. [et al] // Clin J

В рамках подготовительных периодов трех лет наблюдения средние значения МПКК снижались ($p>0,05$), что отмечено и другими авторами [9], с отсутствием полного восстановления маркеров костного метаболизма до прежнего уровня ($p>0,05$).

Таким образом, динамика показателей фосфорно-кальциевого обмена отражает вектор направленности адаптации систем и подсистем организма спортсменов велотрека к изменяющейся физической нагрузке в зависимости от этапа годичного цикла подготовки, сочетаясь в соревновательный период со статистически значимым снижением МПКК.

Заключение. Показатели фосфорно-кальциевого обмена, особенно ионизированный кальций и фосфор, у высококвалифицированных спортсменов могут быть использованы, с одной стороны, для оценки процессов общей адаптации к тренировочному процессу, с другой – для оценки метаболизма костной ткани, маркируя этапы годичного цикла подготовки, наиболее уязвимые с точки зрения развития остеопоротических изменений и повышения риска травматизма.

Своевременное проведение профилактических мероприятий в группах риска по гипотрофическим состояниям костной системы должно быть направлено на предотвращение дальнейшего снижения МПКК как фактора риска развития остеопоротических переломов у спортсменов спорта высших достижений.

- Sport Med. – 2016. – Vol. 26(2). – pp. 152-156. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000186.
7. Эндокринология: национальное руководство / под ред. Дедова И. И., Мельниченко Г. А. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – С. 895-976. – ISBN 978-5-9704-5083-3.
8. Остеопороз. Руководство для врачей / под ред. Лесняк О. М. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 464 с. ISBN: 978-5-9704-3986-9.
9. Студеникина Н. Н. Изменение минеральной плотности пяточной кости спортсменов под влиянием спортивной деятельности: дисс. канд. биол. наук, 14.00.51 / Студеникина Наталья Николаевна. – М., 2005. – 139 с.
10. Абрамова Т. Ф. Лабильные компоненты массы тела – критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. Методические рекомендации / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, Н. И. Кочеткова. – М.: ООО «Скайпринт», 2013. – 132 с.
11. Жижин, К. С. Медицинская статистика: Учебное пособие / К. С. Жижин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 160 с. ISBN: 5-222-10063-4.
12. Афанасьева, И. А. Медико-биологический контроль состояния сердечно-сосудистой системы у гимнасток / И. А. Афанасьева, В. С. Василенко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 7(125). – С. 21-25.
13. Первичный гиперпаратиреоз: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения / Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Мокрышева Н. Г. [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2016. – № 6. – С. 40-77.
14. О роли магния в спортивной медицине / Громова О. А., Егорова Е. Ю., Торшин И. Ю. [и др.] // Русский медицинский журнал. – 2016. – № 9. – С. 560-571.
15. Duma E. Blood levels of some electrolytes and hormones during exercise in athletes. / E. Duma, P. Orbai, P. Derevenco // Rom J Physiol. – 1998. – Vol. 35(1-2). – pp. 55-60. PMID: 11000865.
16. Значение для клинической практики ранней диагностики дефицита магния при определении его в различных биосубстратах / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, А.Ю. Волков, С.Н. Щербо // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2014. – Т. 14. – № 5. – С.101-110.
17. for diagnosis, treatment and prevention of osteoporosis. *Osteoporosis and bone diseases*, 2021, no. 24(2), pp. 4-47. (in Russ.)
18. Iordanskaya, F.A., Tsepkova N.K. Bone and mineral metabolism in the system of monitoring the functional fitness of elite athletes. Moscow: Sport, 2022. 152 p. (in Russ.)
19. Wilson D.J. Osteoporosis and sport. *Eur J Radiol*, 2019, vol. 110, pp.169-174.
20. Iordanskaya F.A., Tsepkova N.K. Iordanskaya F.A. Bone metabolism in elite athletes at the precompetitive stage of preparation. *Sports science bulletin*, 2016, no. 6, pp. 35-40. (in Russ.)
21. Klyuchnikov S.O., Kravchuk D.A., Ogannisyan M.G. Osteoporosis in children and its relevance for pediatric sports medicine. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, 2017, vol. 62, no. 3, pp. 112-120. (in Russ.)
22. Mojock C.D, Ormsbee M., Kim J.S., Arjmandi B.H., Louw G.A., Contreras R.J., Panton L.B. Comparisons of Bone Mineral Density Between Recreational and Trained Male Road Cyclists. *Clin J Sport Med*, 2016, vol. 26 (2), pp. 152-156.
23. Endocrinology: national guidelines. Edited by Dedova I.I., Mel'nichenko G.A, 2nd ed., Rev. Moscow: GEOTAR-Media, 2019, pp. 895-976. (in Russ.)
24. Osteoporosis. A guide for doctors. Edited by Lesnyak O.M. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. 462 p. (in Russ.)
25. Studenikina N.N. The change in the calcaneal mineral density of athletes under the influence of sports activities: an author's dissertation. Moscow, 2005. 139 p. (in Russ.)
26. Abramova T.F., Nikitina T.M. Kochetkova N.I. The labile components of body mass are the criteria for general physical fitness and control of current and long-term adaptation to training loads. Methodological uidelines. Moscow: ООО «Skajprint», 2013. 132 p. (in Russ.)
27. Zhizhin K.S. Medical statistics: a study Guide. Rostov-on-Don: Feniks, 2007. 160 p. (in Russ.)
28. Afanas'eva I.A., Vasilenko V.S Medico-biological control of the cardiovascular system condition among gymnasts. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2015, no. 7 (125), pp. 21-25. (in Russ.)
29. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Mokrysheva N.G., Rozhinskaya L.Ya., Kuznetsov N.S., Pigarova E.A., Eremkina A.K., Egshatyan L.V., Mamedova E.O., Krupinova Yu.A. Primary hyperparathyroidism: the clinical picture, diagnostics, differential diagnostics and methods of treatment.
- REFERENCES**
1. Belaya Zh.E., Belova K.Yu., Biryukova E.V., Dedov I.I., Dzeranova L.K., Drapkina O.M., Dreval' A.V., Dubovitskaya T.A., Dudinskaya E.N., Ershova O.B. et al. Federal clinical guidelines

Problems of endocrinology, 2016, no. 6, pp. 40-77. (in Russ.)

14. Gromova O.A., Egorova E.Yu., Torshin I.Yu., Gromov A.N., Gogoleva I.V. Magnesium and its importance for sports medicine. *RMJ. Cardiology*, 2016, no. 9, pp. 560-571. (in Russ.)

15. Duma E., Orbai P., Derevenko P. Blood levels of some electrolytes and hormones during exercise in

athletes. *Rom J Physiol*, 1998, vol. 35(1-2), pp. 55-60.

16. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Volkov A.Yu., Shcherbo S.N. Value of the early diagnosis of deficiency of magnesium in its determination in different biological substrates. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist*. 2014, vol. 14, no. 5, pp. 101-110. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ксения Игоревна Никитина – врач-эндокринолог, «Маммологический центр (клиника женского здоровья)» ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, Москва, e-mail: nikitinaks@yandex.ru.

Леонид Вячеславович Сафонов – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: safonov.l.v@vniifk.ru.

Тамара Федоровна Абрамова – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

Татьяна Михайловна Никитина – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: nikitina.t.m@vniifk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ksenia Igorevna Nikitina – endocrinologist, “Mammological Center (Women's Health Clinic)”, A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, e-mail: nikitinaks@yandex.ru.

Leonid Vyacheslavovich Safonov – FSBI “Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports”, Moscow, e-mail: safonov.l.v@vniifk.ru.

Tamara Fedorovna Abramova – FSBI “Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports”, Moscow, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

Tatyana Mihkajlovna Nikitina – FSBI “Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports”, Moscow, e-mail: nikitina.t.m@vniifk.ru.

Для цитирования: Показатели фосфорно-кальциевого обмена и минеральной плотности пяточной ткани у спортсменов велотрека на этапах годового цикла подготовки / К.И. Никитина, Л.В. Сафонов, Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина // Современные вопросы биомедицины – 2022 – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35

For citation: Nikitina K.I., Safonov L.V., Abramova T.F., Nikitina T.M. Indicators of phosphorus-calcium metabolism and mineral density of the heel tissue of athletes of the cycling track at the stages of the annual training cycle. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_36
УДК 377

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_36
UDC 377

ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Л.А. Акимова, П.П. Тиссен, В.Д. Беспутина

Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург, Россия

Аннотация. В статье представлено описание процессной модели смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации. Методолого-организационный блок модели составляют: цель, научные подходы, принципы, концептуальные идеи, смысловые ориентиры. Содержательно-деятельностный блок включает в себя: этапы смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации, технологию формирования индивидуальных образовательных траекторий освоения компонентов физического саморазвития и самосовершенствования обучающихся, организационно-педагогические условия, электронно-образовательные физкультурно-оздоровительные практики. Рефлексивно-оценочный блок содержит: критерии, показатели, диагностический инструментарий.

Ключевые слова: процессная модель, смешанное обучение, методика преподавания, физическая культура.

THE BLEDED LEARNING PROCESS MODEL IN THE PHYSICAL EDUCATION TEACHING IN A GENERAL EDUCATION ORGANIZATION

L.A. Akimova, P.P. Tissen, V.D. Besputina

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia

Annotation. The article describes the process model of blended learning in the teaching of physical education in a general education organization. The methodological and organizational part of the model consists of the goal, scientific approaches, principles, conceptual ideas and ideological constructs. The content and activity part includes stages of blended learning in the teaching of physical education in a general education organization, technology of individual educational directions to form physical self-improvement of students, organizational and pedagogical conditions, digital educational practices of physical culture and health improvement. The reflexive evaluation part contains criteria, indicators and diagnostic tools.

Keywords: process model, blended learning, teaching methods, physical education.

Введение. Ценность использования моделирования в педагогических изысканиях возрастает в связи с необходимостью научного прогноза и предвидения. В.И. Загвязинский [1] подчеркивает, что, осуществляя и реализуя предвидение в таких видах деятельности, как целеполагание, планирование, исследователь включен в процесс моделирования, которое позволяет получить новую информацию о возможных вариантах осуществления деятельности. Модель как система элементов (В.В. Краевский) [2] воспроизводит определенные стороны и связи предмета исследования,

отражающие его переход из одного состояния в другое.

Цель исследования – научно обосновать процессную модель смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации, как организационно-технологической основу исследуемого процесса.

Методы и организация исследования. Исследование выполнено по проекту «Методика преподавания физической культуры в общеобразовательной организации с учетом реализации модели смешанного обучения», которое реализуется при

финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания (дополнительные соглашения № 073-0302021-044/1 от 30.06.2021 г. и № 073-0302021-044/2 от 21 июля 2021г. к соглашению № 073-0302021-044 от 18 января 2021г.)

Реализованы методы анализа, синтеза, обобщение педагогического опыта реализации смешанного обучения в практике преподавания физической культуры, моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение. Процессная модель смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации

представлена совокупностью и взаимообусловленностью методолого-организационного, содержательно-деятельностного и рефлексивно-оценочного блоков (рис.).

Содержание методолого-организационного блока модели составляет совокупность основных положений научных подходов и принципов, позволяющих реализовать выделенные концептуальные идеи в смысловых ориентирах и идейных конструктах обновленного преподавания физической культуры в общеобразовательной организации.



Рис. Процессная модель смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации

С этих позиций в содержательно-деятельностном блоке меняются сущностные характеристики ценностно-ориентированного, нормативно-безопасного, практико-обогащающего процесса преподавания физической культуры [3-6], обеспечивающие создание качественно нового объекта – педагогически-безопасной среды как совокупности организационно-педагогических условий для физического саморазвития и самосовершенствования здоровьесориентированного потенциала обучающихся (в том числе и с особыми образовательными потребностями) средствами осознанной, личностно-значимой, безопасно-ответственной, теоретически-осмысленной физкультурно-оздоровительной деятельности [7-9].

На ценностно-ориентационном этапе методика преподавания физической культуры при смешанном обучении должна быть ориентирована на повышение мотивации обучающихся к самообразованию, формирование умений учиться вне зависимости от социального статуса, способности к развитию навыков самоконтроля собственного физического и психического состояния [10-12]. При этом «в онлайн-обучении главный смысл приобретает процесс обучения, который обеспечивается «высоким уровнем» профессионализма преподавателя» [13]. С позиции персонифицированного подхода и принципа аксиологичности при смешанном обучении она становится «человекоцентрированной», что означает выстраивание индивидуальных образовательных траекторий учеников в пространстве освоения физической культуры [14-16] с учетом их образовательных дефицитов, имеющихся интересов, ресурсов и возможностей, реализующихся в субъект-субъектном взаимодействии с другими участниками образовательных отношений в движении к уникальному образовательному опыту.

На субъектно-развивающем этапе целесообразна реализация деятельностного подхода, принципа гармонизации Я-образа в педагогически обоснованном распределении учебного материала и видов учебной

деятельности между очным и дистанционным компонентами [17-18]. Необходимо проектировать не столько урок, сколько процесс формирования индивидуального учебного опыта обучающихся в деятельности, ориентируясь и на специальные знания, и на функциональную грамотность выпускника школы, способы специфической физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности [19].

На контрольно-регуляторном этапе, на основе культурологического подхода, принципа интерактивности и рефлексивности необходимо обеспечение гибкой структуры образовательного процесса [8], гармонично сочетающего в себе адаптивное обучение в онлайн-среде и традиционные элементы педагогического взаимодействия [20], реализовывать методы диагностического тестирования и ускорения обратной связи о результативности осуществляемой деятельности [4, 12]. При такой организации освоения обучающимися ценностей физической культуры они поставлены в условия принятия для себя личной ответственности за собственный образовательный результат, что увеличивает внутренний локус контроля и, как следствие – самостоятельность и саморегуляцию в целеполагании, планировании и рефлексии собственной двигательной активности.

Особо отметим разработанную авторскую технологию формирования индивидуальных образовательных траекторий освоения компонентов физического саморазвития и самосовершенствования обучающихся в совокупности направлений (ориентационного, организационного, сопровождающего), позволяющую апробировать выявленные организационно-педагогические условия исследуемого процесса (реализацию вариативных форм физического воспитания (синхронного и асинхронного) для создания ситуации успеха обучающихся по физической подготовке; интеграцию урочных и внеурочных форм двигательной активности обучающегося, комплементарной к лично приемлемым индивидуальным нормам здорового

и безопасного образа жизни; реализацию проблемных мотиваций и заданий о самосбережении в реализации вариативных средств физической культуры; совершенствование методики преподавания физической культуры в общеобразовательной организации на основе смешанного обучения, согласно этапам исследуемого процесса, классифицированным электронно-образовательным физкультурно-оздоровительным практикам (культурно-просветительным, адаптационно-формирующим, рекреативно-ориентированным).

Реализация ориентационного направления авторской технологии способствовало включению вариативных форм физического воспитания (синхронного и асинхронного) для создания ситуации успеха обучающихся по физической подготовке на основе культурно-просветительных электронно-образовательных физкультурно-оздоровительных практик (использование компьютерных технологий на базе различных цифровых платформ [21-22]), обеспечивающих расширение у обучающихся знаний о ценностях физической культуры для собственного саморазвития и самосовершенствования в перспективе жизненного пути.

Организационное направление обеспечивало синхронизацию предметных, метапредметных и личностных результатов в практике преподавания физической культуры как образовательной дисциплины с функциональной грамотностью выпускника школы на основе адаптационно-формирующих электронно-образовательных физкультурно-оздоровительных практик (использование видеоматериалов по технике

выполнения двигательного действия, рассмотренных и изученных учащимися на уроках физической культуры с демонстрацией на смартфоны, телефоны, планшеты и др. электронные средства связи), расширяющих у обучающихся пространство освоения способов нормативно-безопасной физкультурно-оздоровительной деятельности, спортивизации [23].

Сопровождающее направление активизировало субъектную позицию обучающихся в области здоровьесбережения средствами физической культуры [14], соотношенными с индивидуальными предпочтениями, индивидуальными психофизическими особенностями, ресурсами и возможностями [4] в реализации рекреативно-ориентированных электронно-образовательных физкультурно-оздоровительных практик (на основе ресурсов Zoom, Microsoft Teams, Skype и др.) [24].

Контрольно-регуляторный блок процессной модели отражает совокупность разработанных критериев и соответствующих им показателей образовательных результатов по предмету «Физическая культура», а также программное и учебно-методическое обеспечение исследуемого процесса для его осуществления и своевременной коррекции.

Заключение. Разработанная процессная модель выступает организационно-технологической основой методики преподавания физической культуры в общеобразовательной организации на основе смешанного обучения и может быть реализована в практике общеобразовательных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загвязинский, В. И. Методология и методы психолого-педагогического исследования / В. И. Загвязинский, Р. Атаханов. – Москва: Академия, 2012. – 206 с.
2. Краевский, В. В. Методология педагогики / В. В. Краевский. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. – 243 с.
3. Андреева, Н. В. Педагогика эффективного смешанного обучения / Н. В. Андреева // Современная зарубежная психология. – 2020. – Т. 9. – № 3. – С. 8-20.
4. Малькова, А. П. Применение информационных образовательных технологий ресурсов в преподавании физической культуры / А. П. Малькова, С. В. Севодин // Сборник статей II Международной научно-практической конференции «Современные проблемы науки и

- образования». – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 159-161.
5. Понарина, О. С. Цифровая трансформация в практике преподавания физической культуры / О. С. Понарина, Е. В. Карташова, А. А. Наумов // В сборнике «Цифровые технологии: тренды и перспективы». – Москва: Российский новый университет, 2020. – С. 155-162.
6. Стеценко, Н. В. Цифровизация в сфере физической культуры и спорта: состояние вопроса / Н. В. Стеценко // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 22. – № 1. – С. 35-40.
7. Акимова, Л. А. Представления будущего учителя физической культуры о безопасности профессиональной деятельности / Л. А. Акимова, Е. Е. Лутовина, И. В. Чикенева // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 7. – С. 22-24.
8. Панкратович, Т. М. Возможность и целесообразность использования модели смешанного обучения «перевернутый класс» в практике физкультурного образования / Т. М. Панкратович, Л. А. Акимова // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 6 (37). – С. 103-107.
9. Тиссен, П. П. Организационно-методические аспекты планирования и реализации физкультурного образования обучающихся в аспекте внедрения смешанного обучения / П. П. Тиссен, Е. М. Голикова, В. Ю. Нефедова // Материалы 79ой международной научной конференции «Перспективы модернизации современной науки». – Москва: Евразийское научное объединение, 2021. URL: <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Tissen-Nefedova-Viktoriya-YUrevna-2-DOI.pdf>. (дата обращения: 07.08.2022).
10. Акимова, Л. А. Предпосылки перехода к реализации модели смешанного обучения в методике преподавания физической культуры в общеобразовательных организациях / Л. А. Акимова, П. П. Тиссен, Р. Р. Калимуллин // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 6. – С. 109-110.
11. Петров, П. К. Физкультурное образование в эпоху цифровой трансформации / П. К. Петров // Евразийское Научное Объединение. – 2021. – № 3-4 (73). – С. 373-376.
12. Петров, П. К. Цифровые тренды в сфере физической культуры и спорта / П. К. Петров // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 12. – С. 6-8.
13. Рыбачук, Н. А. Модель онлайн-обучения физическому воспитанию в условиях карантинных мероприятий / Н. А. Рыбачук, И. А. Алферова // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 7-13.
14. Боярская, Л. А. Методика и организация физкультурно-оздоровительной работы / Л. А. Боярская; науч. ред. В. Н. Люберцев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 120 с.
15. Петрищев, И. О. Формирование индивидуальных образовательных траекторий развития основных физических качеств учащихся / И. О. Петрищев, В. Г. Шубович, А. Н. Аленова, Е. Н. Малова // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 6. – С. 90-92.
16. Тиссен, П. П. Особенности организации смешанного обучения в процессе физкультурного образования школьников / П. П. Тиссен // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: XV Международная научно-практическая конференция. – Уфа: ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», 2021. – С. 61.
17. Акимова, Л. А. Феномен «смешанное обучение» в контексте методики преподавания физической культуры в общеобразовательных организациях / Л. А. Акимова, Т. М. Панкратович // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С. 118-122.
18. Фандей, В. А. Смешанное обучение: современное состояние и классификация моделей смешанного обучения / В. А. Фандей // Информатизация образования и науки. – 2011. – № 4 (12). – С. 115-125.
19. Акимова, Л. А. Внедрение дистанционных форм обучения в практику физкультурного образования студентов педагогического вуза / Л. А. Акимова, Е. Е. Лутовина // Материалы VI международной научно-практической онлайн-конференции «Современные проблемы развития физической культуры и спорта». – Актобе: Издательство Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова, 2021. – С. 267-270.
20. Васильева, Н. И. Использование цифровой образовательной среды при изучении предмета «физическая культура» / Н. И. Васильева // Школьные технологии. – 2020. – № 5. – С. 20-32.
21. Воронин, Д. М. Обзор цифровых образовательных ресурсов для учителей физической культуры / Д. М. Воронин, Е. Г. Воронина // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 72 – 1. – С. 58 – 60.
22. Крайник, В. Л. Дистанционные образовательные технологии в учебном процессе вуза: «за» и «против» / В. Л. Крайник, О. М. Крайник,

Д. М. Туманов // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Развитие образовательного пространства региональных вузов в системе координат приоритетных проектов РФ: лучшие практики»: – Барнаул: Алтайский государственный университет. – 2018. – С. 344-348.
23. Лубышева, Л. И. Концепция спортизации в системе физкультурного образования / Л. И. Лубышева // Вестник ПГГПУ. – Серия № 1. Психологические и педагогические науки. – 2016. – № 2-1. – С 44-54.
24. Черемных, А. Н. Цифровые образовательные ресурсы как решение проблемы смешанного обучения в ходе освоения учебной дисциплины «Физическая культура» / А. Н. Черемных // Научно-педагогическое обозрение. – 2022. – № 1 (41). – С. 70-76.

REFERENCES

1. Zagv'yazinskij V.I., Atakhanov, R. Methodology and methods of psychological and pedagogical research. Moscow: "Akademia", 2012, 206 p. (in Russ.)
2. Kraevskij V.V. Methodology of pedagogy. Cherbokary: "Izdatel'stvo Chuvashskogo Universiteta", 2001, 243 p. (in Russ.)
3. Andreeva, N.V. Pedagogy of Effective Blended Learning. *Journal of Modern Foreign Psychology*, 2020, vol. 9, no. 3, pp. 8-20. (in Russ.)
4. Mal'kova A.P., Sevodin S.V. Application of information educational technologies of resources in teaching physical education. Collection of articles of the II International scientific-practical conference "Modern Problems of Science and Education". Penza: "Nauka I Prosveshchenie", 2021. pp. 159-161. (in Russ.)
5. Ponarina O.S. Kartashova E.V., Naumov A.A. Digital transformation in the practice of teaching physical culture. In the collection "Digital Technologies: Trends and Prospects". Moscow: Russian New University, 2020, pp. 155-162. (in Russ.)
6. Stetsenko N.V. The digitalization in the field of physical education and sports: status of the issue. *Science and sport: Modern Tendencities*, 2019, vol. 22, no. 1, pp. 35-40. (in Russ.)
7. Akimova, L.A., Lutovina, E.E., Chikeneva, I.V. Future physical education teachers' visions of occupational safety. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no. 7, pp. 22-24. (in Russ.)
8. Pankratovich T.M., Akimova L.A. The possibility and expediency of using the model of blended learning "flipped class" in the practice of physical education. *Scientific collection "Modern School of Russia. Issues of modernization"*, 2021, no. 6 (37), pp. 103-107. (in Russ.)
9. Tissen P.P., Golikova E.M., Nefedova V.Yu. Organizational and methodological aspects of planning and implementation of physical education of students in the aspect of the blended learning introduction. Materials of the 79th International Scientific Conference "Prospects of modern science modernization". Moscow: Eurasian Scientific Association. Available at: <https://esa-conference.ru/wp-content/uploads/files/pdf/Tissen-Nefedova-Viktoriya-YUrevna-2-DOI.pdf>. (accessed 7.08.2022). (in Russ.)
10. Akimova L.A., Tissen P.P., Kalimullin R.R. Prerequisites for the transition to the implementation of the blended learning model in the methodology of teaching physical culture in general educational institutions. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2022, no. 6, pp. 109-110. (in Russ.)
11. Petrov P.K. Physical education in the era of digital transformation. *Eurasian Scientific Association*, 2021, no. 3-4(73), pp. 373-376. (in Russ.)
12. Petrov P.K. Digital progress trends in national physical education and sports sector. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no. 12, pp. 6-8. (in Russ.)
13. Rybachuk N.A., Alferova I.A. Model of online training in physical education under quarantine measures. *Physical education. Sport. Tourism. Motor Recreation*, 2021, vol. 6, no. 2, pp. 7-13. (in Russ.)
14. Boyarskaya, L.A. Methods and organization of physical education and health work. Scientific ed. V. N. Lyubertsev. Ekaterinburg: "Ural University Publishing House", 2017, 120 p. (in Russ.)
15. Petrishchev I.O., Shubovich V.G., Alenova A.N., Malova E.N. Formation of individual educational trajectories of development of the main physical qualities of students. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2022, no. 6, pp. 90-92. (in Russ.)
16. Tissen P.P. Features of organizing blended learning in the process of physical education of schoolchildren. Actual problems of physical education, sports and tourism: XV International scientific and practical conference. Ufa: Ufa State Aviation Technical University, 2021, p. 61. (in Russ.)
17. Akimova, L.A., Pankratovich, T.M. The phenomenon of "blended learning" in the context of the methodology of teaching Physical Education in educational institutions. *Step into Science*, 2021, no. 4, pp. 118-122. (in Russ.)

18. Fandey V.A. Blended learning: current state and classification of blended learning models. *Informatization of education and science*, 2011, no. 4 (12), pp. 115-125. (in Russ.)
19. Akimova L.A., Lutovina E.E. Introduction of distance learning forms into the practice of physical education of students of a pedagogical university. Materials of the VI international scientific and practical online conference "Modern Problems of the Development of Physical Culture and Sports". Ak-tobe: "Izdatel'stvo Aktiubinskogo Regional'nogo Universiteta im. K. Zhubanova", 2021. pp. 267-270. (in Russ.)
20. Vasil'eva N.I. Using the digital educational environment in the study of the subject «Physical culture». *Journal of School Technology*, 2020, no 5. pp. 20-32. (in Russ.)
21. Voronin D.M., Voronina E.G. Review of digital educational resources for physical education teachers. *Problems of Modern Pedagogical Education*, 2021, no. 72, 1, pp. 58-60. (in Russ.)
22. Krajnik V.L., Krajnik O.M., Tumanov D.M. Distance educational technologies in the educational process of the university: "for" and "against". Collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation "Development of the Educational Space of Regional Universities in the Coordinate System of Priority Projects of the Russian Federation: Best Practices". Barnaul: Altaj State University, 2018. pp. 344-348. (in Russ.)
23. Lubysheva L.I. The concept of sportization in physical education system. *Bulletin of PSGPU. Series no. 1. Psychological and pedagogical sciences*, 2016, no. 2-1, pp. 44-54. (in Russ.)
24. Cheremnykh A.N. Digital educational resources as a solution to the problem of blended learning the academic discipline "Physical culture". *Pedagogical Review*, 2022, no. 1(41), pp. 70-76. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Любовь Александровна Акимова – доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности, физической культуры и методики преподавания безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: lubovakimova@yandex.ru.

Петр Павлович Тиссен – кандидат педагогических наук, доцент, директор Института физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: tissen_07_64@mail.ru.

Виктория Дмитриевна Беспутина – аспирант кафедры Теории и методики спортивных дисциплин, АФК и МБОФВ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: vika-1996-30-06@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Lyubov' Aleksandrovna Akimova – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Life Safety, Physical Education and Methods of Teaching Life Safety, Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: lubovakimova@yandex.ru.

Pyotr Pavlovich Tissen – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Physical Education and Sports of the Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: tissen_07_64@mail.ru.

Viktoria Dmitrievna Besputina – Post-Graduate Student of the Department of Theory and Methods of Sports Disciplines, Adaptive Physical Education and Biomedical Fundamentals of Physical Education, Orenburg, Orenburg State Pedagogical University, e-mail: vika-1996-30-06@mail.ru

Для цитирования: Акимова, Л. А. Процессная модель смешанного обучения в преподавании физической культуры в общеобразовательной организации / Л. А. Акимова, П. П. Тиссен, В. Д. Беспутина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_36

For citation: Akimova L.A., Tissen P.P., Besputina V.D. The process model of blended learning in the teaching of physical education in a general education organization. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_36

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_37
УДК 796

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_37
UDC 796

ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНИКА В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ФОРМ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ

О.Н. Алавердова¹, М.В. Бирюкова², В.М. Гумовская¹, К.О. Лопатин¹

¹Дальневосточная Государственная академия физической культуры, г. Хабаровск, Россия

²Средняя общеобразовательная школа с этнокультурным еврейским компонентом образования с углубленным изучением отдельных предметов «ОР АВНЕР», г. Хабаровск, Россия

Аннотация. Проблема формирования физической культуры личности человека была и остаётся актуальной. По нашему мнению, недостаточно разработано новых подходов, методик, технологий, что позволило бы в процессе индивидуального развития человека эффективнее раскрывать творческий потенциал для жизненной реализации. Рассмотрена проблема, связанная с приходом ребёнка в начальную школу, с перестройкой всей системы отношений ученика с действительностью. Специалистами выявлены более выраженные последствия в виде нарушений здоровья и инвалидизации, что свидетельствует о наличии у младших школьников села системных изменений – ослаблении адаптации, большей ранимости в процессе действия негативных средовых факторов. По данным Регионального центра оценки качества образования Хабаровского края (РЦОКО) были изучены комплексные показатели готовности к обучению в школе детей г. Хабаровска и сельской местности района имени Лазо Хабаровского края. Определено, что при поступлении детей в 1 класс средний процент разницы в познавательной сфере составил 3,45% в пользу городских детей. Результаты социально-педагогического контекста определялись по 3 тестам: «Цена адаптации ребенка к школе» оказалась выше на 4% у городских детей, в сравнении с сельскими, показатель «Состояние здоровья» – с преимуществом в 15% в пользу городских детей. Дети села испытывают трудности в общении со своими сверстниками – соответствующий показатель на 12% ниже. В сумме средний процент развития физических качеств ниже у девочек сельской местности на 38,5% а у мальчиков – на 26,6%, в сравнении с детьми города. Целью нашей работы явилось повышение уровня физической культуры личности детей 1-4 классов сельской школы в процессе реализации технологии формирования физической культуры личности младших школьников в условиях дополнительных форм физического воспитания сельской школы. По результатам итогового исследования определена достоверность, которая свидетельствует об эффективности примененной технологии «Формирование физической культуры личности детей 7-9 лет в условиях дополнительных форм физического воспитания сельской школы».

Ключевые слова: физическая культура личности, физкультурная деятельность детей, школьники, самоопределение, здоровье.

FORMATION OF PERSONAL PHYSICAL CULTURE OF A PRIMARY SCHOOLCHILD IN THE CONDITIONS OF ADDITIONAL FORMS OF PHYSICAL EDUCATION OF A RURAL SCHOOL

O.N. Alaverdova¹, M.V. Biryukova², V.M. Gumovskaya¹, K.O. Lopatin¹

¹Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, Russia

²Secondary school with an ethno-cultural Jewish component of education with in-depth study of individual subjects "OR AVNER", Khabarovsk, Russia

Annotation. The issue of the formation of personal physical culture has been and remains relevant. In our opinion, there is not enough approaches, methods, technologies that would more efficiently develop creative potential for self-fulfillment during the process of individual development. We have examined the issue related to the admission of a child to a primary school with a change to the attitude to the reality. Experts have identified more pronounced consequences in

the form of health disorders and disability, which indicates the presence of systemic changes in primary schoolchildren from rural areas – weaker adaptation, greater vulnerability as a response to negative environmental factors. According to the data of the Regional Center for Assessment of the Quality of Education of the Khabarovsk Territory, complex indicators of fitness for learning in the school of children in the city of Khabarovsk and rural areas of the Imeni Lazo district were studied. It was revealed that when children enter grade 1, the average percentage of the difference in the cognitive sphere amounted to 3.45% in favor of urban children. The results of the socio-pedagogical testing were determined by 3 tests: the “Child’s adaptation to school” was higher by 4% for urban children, compared with rural ones, the “Health status” indicator – higher by 15% for urban children as well. Children from rural areas struggle with communicating with their peers – the corresponding indicator is 12% lower. In total, the average percentage of development of physical qualities in girls from rural areas is lower by 38.5%, in boys – lower by 26.6%, compared to urban children. The purpose of our work was to increase the level of personal physical culture in children of 1-4 grades of a rural school in the process of implementing the technology for the formation of personal physical culture of primary schoolchildren in the conditions of additional forms of physical education in a rural school. According to the results of the final study, we have identified the reliability, which indicates the efficiency of the applied technology “Formation of personal physical culture of 7-9 years old children in the conditions of additional forms of physical education in a rural school”.

Keywords: personal physical culture, physical culture activity of children, schoolchildren, self-identification, health.

Введение. Требование Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) в системе школьного образования выдвигает на первый план формирование универсальных учебных действий на уроках физического воспитания. Формирование физической культуры личности (ФФКЛ) – одно из основных положений в физическом воспитании в современном обществе, которое формируется в тесной связи с универсальными учебными действиями.

Что же такое «физическая культура личности» (ФКЛ)? По мнению многих специалистов: Г.Л. Драндрова, М.Я. Виленского, В.И. Ильинич, А.И. Зайцева, Е.В. Скриплёвой и др. – это социально-детерминированная область общей культуры человека, представляющая собой качественное, системное, динамическое состояние. Определить уровень физической культуры личности на сегодняшний день можно по следующим показателям: устойчивость интересов и мотивов личности к физическому совершенствованию; состояние здоровья; объем физкультурных знаний; объем усвоенных двигательных умений; гигиенические навыки и привычки; соблюдение режима

физической активности; уровень развития основных физических качеств [1-3].

Перед физиологами, биологами, психологами, экологами, иммунологами (Кишкун А.А. (2008), Алшынбекова Г.К., Шадетова А.Ж., Тебенова, Арбер С. (2016) и другими учеными встает вопрос: где кроется ключ к совершенному здоровью и долголетию? [4-5]. Так как физическая культура личности включает в себя интегративное понимание теоретических и практических основ, направленных на осознание необходимости заниматься своим телом для того, чтобы сохранять и поддерживать здоровье на протяжении всей своей жизни, вследствие современного понимания, нами разработан технологический критериально-ориентированный подход, направленный на повышение «формирования физической культуры личности детей 7-9 лет в условиях дополнительных форм физического воспитания сельской школы». Технологичность этого подхода заключается в последовательных и поэтапных действиях формирования осознанных практико-теоретических привычек в совместной работе семьи и школы. Нами выявлены исходные показатели детей, по этим данным составлены индивидуальные рекомендации для детей и их

родителей. Также в процессе обучения с 1 по 4 классы проводилась коррекционная работа по выявляющимся показателям в динамике.

Методы и организация исследования.

В ходе исследования мы использовали следующие методы: теоретический анализ и обобщение литературных данных, анализ документальных материалов, опрос, педагогическое наблюдение, антропометрия, тестирование психоэмоционального, функционального состояния и физической подготовленности. Также использовался лабораторный метод «Омега-С». Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента и критерию Вилкоксона (W).

Исследование по выбранной теме проводилось в районе имени Лазо Хабаровского края, с. Бичевая, в течение 2017-2021 гг. Были определены две группы испытуемых младших школьников (по 12 человек в каждой). Эксперимент начался с момента поступления детей в 1 класс и продолжался 4 года.

Результаты исследования и их обсуждение. Предлагаемая технология представлена тремя блоками. В первом блоке – «Информационно-контрольном» – выявлялась информация об уровне сформированности физической культуры личности детей и уровне сформированности компетенций родителей к осуществлению физкультурной деятельности ребенка в семье.

2-ой экспертный блок состоит из проектно-прогностического модуля, где происходил анализ, дифференциация, проектирование и прогнозирование, где были разработаны и представлены индивидуальные программы физкультурной деятельности детей с учетом уровня их физической подготовленности, готовности к обучению в школе, уровня адаптации к обучению в школе, уровня готовности родителей обеспечивать физкультурную деятельность ребенка в семье.

В третьем управляющем блоке технологии представлена совокупность методических воздействий, направленных на развитие двигательных, интеллектуальных,

мотивационных и эмоционально-коммуникативных качеств детей и их родителей, которая основана на программе «Здоровячок», рассчитанной на период обучения в 1-4 классах.

Программа «Здоровячок» была составлена О.Н. Алавердовой и О.С. Шнейдер для данного эксперимента, которая реализовывалась на всех этапах обучения начальной школы. Целью программы было формирование физической культуры личности школьника, физкультурных ценностей, здорового образа жизни посредством освоения содержания физкультурной деятельности с общеразвивающей направленностью. В каждом классе предусмотрены свои цели и задачи.

Цель в 1 классе – освоение в течение 6 месяцев родителями и педагогами учебно-методического материала и проведение с детьми малых и рекреативных форм физического воспитания для формирования привычек к физкультурной деятельности в условиях семьи и школы. В первом полугодии дети выполняли задания взрослых, родители осваивали информацию УМК (учебно-методического комплекта), а во втором полугодии осваивалась программа «Здоровячок» для 1 класса. Занятия с детьми проводились в группе, в условиях школы, 1 раз в неделю 45 минут вместе с родителями, в условиях семьи – 2 раза в неделю по 30 минут.

Во 2-ом классе целью стала разработка семейного проекта для повышения ФКЛ ребенка. Занятия проводились родителями в семье 2 раза в неделю по 30 мин, в школе – 3 раза в неделю по 45 мин специалистом.

3 и 4 классы – третье управляющее воздействие, включает в себя проведение специалистом физкультурных занятий с разновозрастными группами детей начальных и средних классов (мальчики и девочки раздельно). В методику управляющего воздействия для 3-го класса тоже включен проектный метод для возрастных групп детей. Эти проекты направлены на повышение уровней психофизических способ-

ностей детей, на формирование самостоятельной физкультурно-оздоровительной деятельности для подготовки к выполнению нормативов Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ВФСК ГТО). Проекты дети создавали сами, под контролем взрослых. Родители контролировали самостоятельные занятия детей. На занятиях использовались современные средства оздоровительной физической культуры: скиппинг, функциональный тренинг, фитбол-гимнастика и др.

Данный цикл занятий рассчитан на девять календарных месяцев и состоял из четырех этапов:

- Втягивающий этап: цель – адаптироваться к постепенно нарастающим нагрузкам;

- Развивающий и тренирующий этапы: целью стало планомерное увеличение и обновление заданий в сторону их усложнения, увеличения объема и интенсивности нагрузки по мере роста функциональных возможностей организма;

- Поддерживающий этап: предусматривал применение разнообразных средств с включением подвижных и спортивных игр, что способствовало поддержанию психофизического состояния организма детей и адаптации к последующим нарастающим нагрузкам.

Групповые занятия проводились 3 раза в неделю по 45 мин, самостоятельные физкультурные занятия – в условиях семьи 3 раза в неделю по 30 мин под контролем родителей. На этом этапе в существующие проекты вносились коррективы, направленные на повышение уровней психофизических способностей детей, на формирование самостоятельной физкультурно-оздоровительной деятельности для подготовки к выполнению нормативов ВФСК ГТО.

Итоговый суммарный показатель уровня сформированности ФКЛ просчитывался индивидуально для каждого ребенка. В общий показатель входили средние баллы (оценивалось по 5-бальной шкале), которые ребенок получил по следующим

категориям: знания, осознанность, умения физкультурной деятельности, техника выполнения программных двигательных действий, физическая подготовленность, морфофункциональное развитие, психоэмоциональное состояние, посещаемость обязательных форм физического воспитания, участие во внеурочных формах физического воспитания, участие в семейных формах физического воспитания. Итоговая сумма средних баллов каждого ребенка сравнивалась с таблицами Скриплевой Е.В. (2004 г), относительно которых определялся индивидуальный уровень сформированности ФКЛ ребенка [3].

В результате проведенных исследований (рис.), в начале эксперимента оказалось, что 5 человек из контрольной группы находятся на низком уровне, а в экспериментальной группе – 6 человек. На уровне «ниже среднего» в обеих группах – по 6 детей. На среднем уровне оказался только один ребенок из контрольной группы. Через 2,5 года эксперимента количество детей, соответствующее уровням, изменилось. Стоит заметить, что в экспериментальной группе ни одного ребенка не осталось на низком уровне, хотя в контрольной группе на этом уровне осталось 2 человека. На уровне «ниже среднего» в контрольной группе оказалось 7 детей, а в экспериментальной – 4 ребенка. На среднем уровне в контрольной группе оказалось 3 человека, а в экспериментальной – 5 человек. Уровня «выше среднего» достигли лишь только 3 ребенка экспериментальной группы, чьи родители проявили активное участие в организации физкультурно-спортивной деятельности своих детей.

Необходимо отметить, что средний показатель физической подготовленности на конец эксперимента в ЭГ составил 18,1% в КГ – 11,9%, отмечен прирост показателей на 6,2% в ЭГ. Средний показатель психоэмоционального состояния, определяющий отрицательные симптомокомплексы по тесту Дж. Бака «Дом. Дерево. Человек», в ЭГ составил 20,4%, а в КГ – 46,5%. Это говорит о том, что отрицательных показателей

осталось на 26,1% больше, в сравнении с ЭГ. Уровень теоретических знаний в области физической культуры и спорта в ЭГ за время эксперимента вырос в среднем на 4,4 балла, а в КГ – на 1,2 балла.

Проведены лабораторные исследования по тесту («Омега-С»), представленные в таблице. Выявлена адаптированность детей к школьному обучению, где определился уровень адаптации к физическим нагрузкам у школьников. В ЭГ он составил 84%, в КГ

– 45%, уровень тренированности организма в ЭГ – 85,7%, КГ – 43,1%; показатель энергетического обеспечения в ЭГ – 85,7%, в КГ – 43,1%; показатели психоэмоционального состояния детей в ЭГ – 71,9%, в КГ – 45,8%; физическое состояние детей ЭГ было отмечено как «отличное», в КГ – «удовлетворительное». Лабораторные исследования подтвердили завершающие исследования педагогических тестов по психофизической подготовленности.

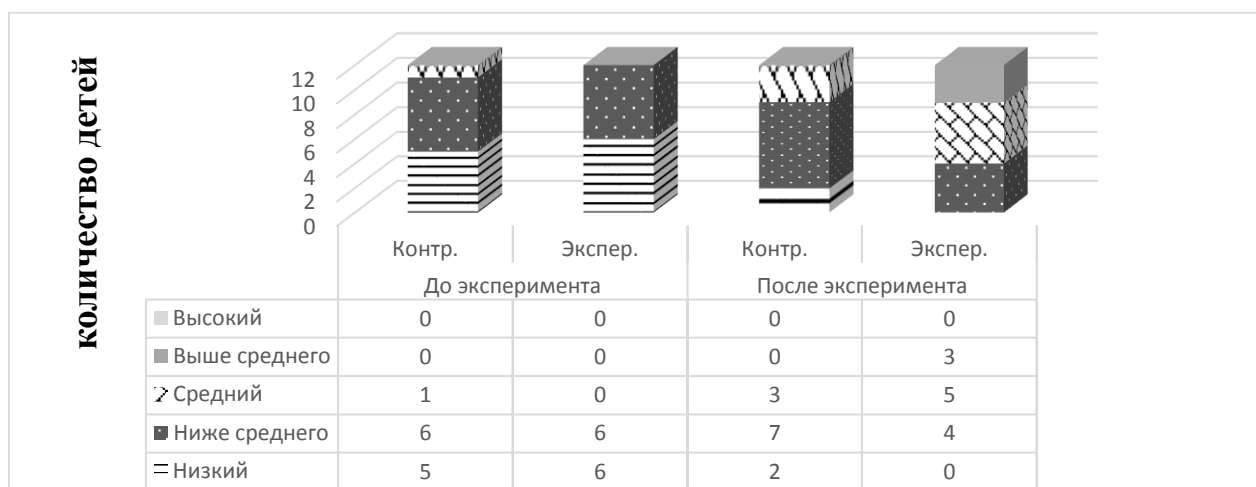


Рис. Интегральные показатели сформированности ФКЛ контрольной и экспериментальной групп

Таблица
Изменение исследуемых показателей в контрольной и экспериментальной группах в течение эксперимента по тесту «Омега-С»

Показатели адаптации	КГ	ЭГ
Уровень адаптации к физическим нагрузкам	45 %	84%
Уровень тренированности организма	43,1%	85,7%
Уровень энергетического обеспечения	43,1%	69,4%
Психоэмоциональное состояние	45,8%	71,9%
Интегральный показатель спортивной формы	44,4%	78,5%
По заключению «Омега-С»:		
1.Средний балл спортивной формы.	2,5 балла	4,0 балла
2.Физическое состояние	«Удовлетворительное»	«Отличное»

Заключение. Разработанная технология оказалась более эффективной, чем традиционный подход к физкультурно-

оздоровительной работе с детьми в сельской школе. Таким образом, это подтверждает эффективность предлагаемой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драндров, Г. Л. Формирование универсальных учебных действий у младших школьников в процессе обучения предмету «Физическая культура» / Г. Л. Драндров, А. А. Пауков // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 1(101). – С. 160-169. URL: <https://scienceeducation.ru/ru/article/view?id=27410> (дата обращения: 05.10.2020).
2. Пауков, А. А. Формирование у младших школьников универсальных учебных действий в процессе обучения «Школе мяча» / А. А. Пауков // Физическая культура и спорт. Олимпийское образование: материалы международной научно-практической конференции (11 февраля 2019 г., Краснодар). – Краснодар: КубГУФК-СиТ, 2019. – С. 141-143.
3. Скриплева, Е. В. Педагогические условия формирования физической культуры личности младшего школьника в общеобразовательной школе / Е. В. Скриплева // Проблемы педагогической деятельности в физической культуре и спорте пути их решения в физкультурном образовании: Материалы научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во СПб ГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2004. – С. 33-37.
4. Арбер, С. Старение и гендер в глобальном контексте: роль семейного статуса / С. Арбер; пер. с англ. Е. В. Вьюговской, А. А. Ипатовой // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. – 2016. – № 2. – С. 59-78.
5. Воздействие загрязнения окружающей среды как фактор риска для здоровья населения / Алшынбекова Г. К., Шадетова А. Ж., Тебеннова К. С. [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – Часть 4. – № 3. – С. 548-551.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ольга Николаевна Алавердова – доцент, Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, e-mail: olenka_makarova_60@mail.ru.

Мария Валерьевна Бирюкова – преподаватель физической культуры, частное образовательное учреждение общеобразовательная школа с этнокультурным еврейским компонентом образования с углубленным изучением отдельных предметов «ОР АВНЕР», Хабаровск, e-mail: mari_biryukova1987@mail.ru.

Валентина Михайловна Гумовская – кандидат педагогических наук, доцент, Дальневосточная государственная академия физической культуры, Хабаровск, e-mail: klbasketball@mail.ru.

Константин Олегович Лопатин – преподаватель, Дальневосточная государственная академия физической культуры, г. Хабаровск, e-mail: klbasketball@mail.ru.

REFERENCES

1. Drandrov G.L., Paukov A.A. The formation of universal educational actions among junior high school students in learning the subject “Physical education”. *Modern Problems of Science and Education*, 2019, no. 1(101), pp. 160-169. Available at: <http://www.scienceeducation.ru/article/view?id=27410> (accessed 05.10.2020). (in Russ.)
2. Paukov A.A. Formation of universal educational actions in primary schoolchildren in the process of training the “Ball School”. *Physical Culture and Sport. Olympic Education: materials of the International Scientific and Practical Conference (February 11, 2019, Krasnodar)*. Krasnodar: Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 2019. pp. 141-143. (in Russ.)
3. Skripleva E.V. Pedagogical conditions for the physical formation of the culture of a junior schoolchild in a general education school. *Problems of Pedagogical Activity in Physical Culture and Sports, Ways of Solving them in Physical Education: Materials of the Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: Publishing house of the Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, 2004. pp. 33-37. (in Russ.)
4. Arber S. Gender and ageing in global context: role of marital status. Transl. from English by E.V. V'yugovskaya, A.A. Ipatova. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*, 2016, no. 2, pp. 59-78. (in Russ.)
5. Alshynbekova G.K., Shadetova A.Zh., Tebenova K.S., Kalieva I.A., Shokabaeva A.S., Rymkhanova A.R., Museeva G.N. Impact of pollution as a risk factor for health. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, part 4, no. 3. pp. 548-551. (in Russ.)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ol'ga Nikolaevna Alaverdova – Associate Professor, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, e-mail: olenka_makarova_60@mail.ru.

Maria Valer'evna Biryukova – Physical Education Teacher, private educational institution general education school with an ethno-cultural Jewish component of education with in-depth study of individual subjects “OR AVNER”, Khabarovsk, e-mail: mari_biryukova1987@mail.ru.

Valentina Mikhajlovna Gumovskaya – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, e-mail: klbasketball@mail.ru.

Konstantin Olegovich Lopatin – Lecturer, Far Eastern State Academy of Physical Culture, Khabarovsk, e-mail: klbasketball@mail.ru.

Для цитирования: Формирование физической культуры личности младшего школьника в условиях дополнительных форм физического воспитания сельской школы / О.Н. Алавердова, М.В. Бирюкова, В.М. Гумовская, К.О. Лопатин // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_37

For citation: Alaverdova O.N., Biryukova M.V., Gumovskaya V.M., Lopatin K.O. Formation of personal physical culture of a primary schoolchild in the conditions of additional forms of physical education of a rural school. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_37

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38
УДК 612.821+796.332; 796.355

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38
UDC 612.821+796.332; 796.355

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА (ФУТБОЛ И ХОККЕЙ)

Е.В. Быков, Е.Г. Сидоркина, Е.А. Сазонова, О.В. Балберова

Уральский государственный университет физической культуры, г. Челябинск, Россия

Аннотация. На основе анализа показателей психофизиологического компонента функциональной подготовленности был предложен проект их модельных характеристик для оценки индивидуальных показателей спортсменов игровых видов спорта с разным игровым амплуа. По результатам тестирования нападающих определено наличие высоких показателей скорости сенсомоторной реакции и помехоустойчивости, но ниже значения объема, распределения и переключаемости внимания по сравнению с игроками других амплуа: количество ошибок, пропусков, запаздывающих или преждевременных реакций меньше у защитников/полузащитников. Представленные характеристики могут явиться инструментом рационального построения и коррекции тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов и подготовки спортивного резерва.

Ключевые слова: психофизиологический компонент, модельные характеристики, функциональная подготовленность, игровые виды спорта.

DEVELOPMENT OF MODEL PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEAM SPORTS ATHLETES (SOCCER AND HOCKEY)

E.V. Bykov, E.G. Sidorkina, E.A. Sazonova, O.V. Balberova

Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

Annotation. Based on the analysis of the indicators of the functional fitness's psychophysiological component, a project of their model characteristics was proposed to assess the individual indicators of athletes of team sports with different playing roles. According to the results of testing the attackers, we have identified the presence of high rates of sensorimotor reaction speed and noise immunity, but the values of volume, distribution and switchability of attention are lower compared to players of other roles: the number of errors, omissions, delayed or premature reactions is less for fullbacks/halfbacks. The presented description can be a tool for the rational construction and correction of the training process of elite athletes and the preparation of a sports reserve.

Keywords: psychophysiological component, model characteristics, functional fitness, team sports.

Введение. Известно, что «подготовка спортивного резерва и высококвалифицированных спортсменов в игровых видах спорта решает задачи повышения спортивного мастерства за счет воздействия тренировочных средств на различные стороны подготовленности» [1]. Отмечается, что «большая вариативность движений в игровых моментах при жестком лимите времени, изменении стиля современной спортивной игры и расширяющийся спектр помех в игре требуют высокого уровня как физической, так и психологической подготовленности

спортивной команды, развития способностей, способствующих эффективному восприятию игровой ситуации и реализации двигательных действий в ответ на раздражители (соперник, мяч, шайба, болельщик и т.д.)» [2-5].

Подготовка спортсменов рассматривается как «процесс управления, в связи с этим одной из важнейших задач является разработка модельных характеристик на основе показателей ведущих спортсменов» [6]. Вопросам изучения психофизиологических особенностей спортсменов-игровиков

(футбол и хоккей) посвящено большое количество работ, однако они сводятся, как правило, к констатации полученных результатов без определения модельных характеристик, в частности, в зависимости от их игрового амплуа, спортивной результативности [2, 7, 8, 9, 10].

В этой связи нами проводилось изучение психофизиологических показателей спортсменов игровых видов спорта (футбол, хоккей) в целях разработки модельных характеристик в зависимости от их амплуа.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на базе научно-исследовательского института олимпийского спорта и научно-исследовательской лаборатории кафедры спортивной медицины и физической реабилитации УралГУФК в течение 2020-2022 гг.

В исследовании (соревновательный период) приняли участие 80 футболистов мужского пола в возрасте 16-18 лет, спортивный стаж – 10 лет и более. Для разработки проекта (схемы) модельных психофизиологических характеристик в зависимости от игрового амплуа были использованы результаты исследования высокорезультативных игроков – нападающих (подгруппа 1, n=16), защитников и полузащитников (подгруппа 2, n=24). Такое распределение по амплуа было обусловлено характером технико-тактических действий (у полузащитников в функционале

превалировали оборонительные действия). Спортивная результативность определялась тренером по показателям технико-тактических действий (передача мяча, удары по воротам/в створ ворот, навес и прострел, единоборства за мяч вверху и внизу), отбор, подбор, обводка, ведение, потеря, перехват мяча, фолы).

Для оценки психофизиологических показателей использовали батарею тестов на аппаратно-программном комплексе «НС-Психотест» (ООО Нейрософт, г. Иваново) (<http://www.neurosoft.ru/>): теппинг-тест, простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР), реакция на движущийся объект ((РДО), оценка внимания, реакция выбора, помехоустойчивость, критическая частота световых мельканий (КЧСМ), таблица Шульте-Горбова. Оценка результатов психофизиологического тестирования спортсменов осуществлялась на основании рекомендаций [3].

Статистическая обработка результатов в рамках данного фрагмента исследования включала определение среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего арифметического (m).

Результаты исследования и их обсуждение. При проведении пробы ПЗМР нами выявлено, что у нападающих скорость сенсомоторной реакции преимущественно средняя, а у защитников/полузащитников – высокая (табл. 1).

Таблица 1

Психофизиологические показатели футболистов с разным игровым амплуа

Методика/Показатель	Игровое амплуа	
	нападающие	защитники/ полузащитники
Простая зрительно-моторная реакция		
среднеквадратичное отклонение	средняя скорость сенсомоторной реакции	высокая скорость сенсомот. реакции
число пропусков, ед.	1,29±0,42	1,34±0,27
число преждевременных нажатий, ед.	2,00±0,44	2,31±0,64
общее число ошибок, ед.	3,29±0,75	3,65±0,84
уровень функциональных возможностей	средний	средний
устойчивость реакции	уровень нормы	высокий
коэффициент точности Уиппла, усл. ед.	0,96±0,01	0,95±0,01

Продолжение таблицы 1

среднее значение времени реакции, мс	242,75±16,36	233,50±5,41
оценка работоспособности по скорости реакции	нижняя граница нормы	оптимальная
Реакция на движущийся объект		
энтропия, усл. ед.	2,86±0,09	2,76±0,08
число опережений, ед.	10,00±2,29	11,85±1,28
число запаздываний, ед.	16,57±3,30	11,42±1,50
среднее время реакции (мс)	18,71±2,60	13,80±3,26
Реакция выбора		
среднее значение времени реакции, мс	330,76±9,05	346,85±7,30
среднеквадратичное отклонение, усл. ед.	89,98±6,71	99,65±13,30
число пропусков, ед.	0,14±0,14	0,62±0,24
число преждевременных реакций, ед.	1,86±0,59	1,35±0,35
число ложных реакций, ед.	6,57±1,19	5,73±0,95
коэффициент точности Уиппла, усл. ед.	0,88±0,02	0,89±0,02
Теппинг-тест		
уровень выносливости (за 30 с), усл. ед.	6,33±0,33	6,85±0,31
лабильность нервной системы (кол-во ударов в первой части теста)	32,66±1,23	33,00±0,62
Оценка внимания		
среднее значение времени реакции (норм. 250-350) мс	296,23±14,56	294,00±4,04
устойчивость (1-1,2 – средняя, <1 – высокая), у.е.	0,93±0,07	1,03±0,03
концентрация внимания, усл. ед.	0,95±0,04	0,96±0,02
Помехоустойчивость		
среднее значение времени реакции (норм. 250-350 мс)	369,16±21,28	350,00±5,99
устойчивость внимания, усл. ед.	0,92±0,07	1,00±0,03
концентрация внимания, усл. ед.	0,96±0,06	0,94±0,02
концентрация возбуждения, усл. ед.	52,57±3,38	51,50±3,54
Методика «Красно-черные таблицы Шульте-Горбова»		
объем внимания, усл. ед.	64,50±5,85	54,30±3,20
распределение внимания, усл. ед.	292,00±34,61	227,30±14,07
переключаемость внимания, усл. ед.	163,00±32,93	118,80±12,06
время выполнения, с	292,00±34,61	224,40±15,09
количество ошибок, ед.	12,43±4,58	7,20±1,80

Число пропусков, преждевременных нажатий, общее число ошибок в этих подгруппах примерно одинаково, при этом итоговая оценка – устойчивость внимания снижена.

Уровень функциональных возможностей (по Лоскутовой) УФВ в обеих подгруппах средний; реакции (по Лоскутовой): у нападающих уровень устойчивости

реакции средний, у защитников/полузащитников – высокий.

Коэффициент точности Уиппла свидетельствует о высокой степени устойчивости внимания у всех спортсменов. По данному показателю защитники/полузащитники выглядели предпочтительнее по показателю «Среднее значение времени реакции».

Оценка работоспособности по скорости реакции показала, что у нападающих она была на нижней границе нормы (допускают отдельные ошибки, увеличено время выполнения задания). У защитников/полузащитников уровень оптимальный.

При исследовании реакции на движущийся объект (РДО) было выявлено, что показатель энтропии (чем выше, тем больше вероятность возникновения ошибки) средний в обеих подгруппах, при этом у нападающих число ошибок опережения меньше, а запаздывания и среднее время реакции – больше.

В тесте «Реакция выбора» у нападающих определена высокая скорость сенсомоторной реакции ($330,76 \pm 9,05$ мс), в подгруппе защитники/полузащитники – средняя ($346,85 \pm 7,30$ мс), и у них ниже степень уравновешенности нервных процессов (значения среднеквадратического отклонения $99,65 \pm 13,30$ мс, на 10% больше, чем у нападающих – $89,98 \pm 6,71$), больше пропусков, но меньше на 35% число преждевременных ($1,35 \pm 0,35$ против $1,86 \pm 0,59$) и ложных реакций ($5,73 \pm 0,95$ против $6,57 \pm 1,19$). Согласно коэффициенту точности Уиппла (отражает силу нервных процессов), в обеих подгруппах средняя точность выполнения задания ($0,88 \pm 0,02$ и $0,89 \pm 0,02$ усл. ед.).

Результаты теппинг-теста отражают высокий уровень выносливости и средний уровень лабильности (к-во ударов в первой части теста) нервных процессов обследованных спортсменов.

В тесте «Оценка внимания» среднее значение времени реакции в обеих подгруппах соответствовало промежуточному типу, между инертным и подвижным типом высшей нервной деятельности (ВНД). У нападающих устойчивость внимания высокая, а концентрация внимания – средняя; во второй подгруппе оба показателя соответствовали среднему уровню.

Диагностика внимания при воздействии фоновых помех на восприятие объекта («Помехоустойчивость») отразила (по среднему значению времени реакции) в 1-й

подгруппе инертный тип ВНД и высокую устойчивость внимания ($0,92 \pm 0,07$ мс), среднюю концентрацию внимания с тенденцией к снижению к концу теста и высокую иррадиацию возбуждения. В 2-й подгруппе – промежуточный тип ВНД (между инертным и подвижным типами), средние устойчивость и концентрация внимания и высокая иррадиация возбуждения (у 50% спортсменов обеих подгрупп).

Методика «Красно-черные таблицы Шульте-Горбова» позволила определить, что у нападающих переключаемость внимания на среднем уровне, а объем и распределение внимания – ниже среднего; у защитников/полузащитников – соответственно среднего, ниже среднего и среднего уровня, при этом значительно выше скорость выполнения теста и меньше количество ошибок в сравнении с нападающими.

Рассматривая психофизиологические характеристики высокорезультативных игроков разных амплуа, можно взять за основу разработки модельных характеристик показатели, которые в наибольшей мере определяют степень эффективности их деятельности. Так, анализ результатов тестирования нападающих позволил определить наличие высоких показателей скорости сенсомоторной реакции, относительно низких значений объема, распределения и переключаемости внимания по сравнению с игроками других амплуа, в частности, количество ошибок, пропусков, запаздывающих или преждевременных реакций меньше у защитников/полузащитников. В то же время, степень помехоустойчивости у нападающих оказалась высокой, у защитников и полузащитников были выявлены «средние» показатели. Полученные результаты позволили предложить предварительный вариант схемы определения психофизиологического состояния спортсменов-игровиков (табл. 2), она будет дополняться конкретными значениями показателей, отражающих «высокий уровень» психофизиологических характеристик высокорезультативных спортсменов различных амплуа, которые могут рассматриваться как модельные характеристики.

Таблица 2

Оценка уровня психофизиологического состояния спортсменов игровых видов спорта
(проект)

Характеристика	Уровень		
	высокий	средний	низкий
Сила нервной системы (теппинг-тест)	сильная	средне-слабая (промежуточная)	высокая выраженность слабости нервной системы
Уравновешенность (баланс) нервных процессов (РДО)	сбалансированный вариант тормозного и возбудительного процесса	преобладание возбудительного процесса	преобладание тормозного процесса
Подвижность нервных процессов (КЧСМ)	подвижный	промежуточный	инертный
Внимание (таблицы Шульце)	распределение внимания выше среднего	распределение внимания среднее	распределение внимания ниже среднего
	переключаемость внимания высокая	переключаемость внимания выше среднего, средняя	переключаемость внимания ниже среднего
	объем внимания выше среднего	объем внимания средний.	объем внимания ниже среднего
Помехоустойчивость	концентрация внимания высокая	концентрация внимания средняя	концентрация внимания низкая
	устойчивость внимания высокая	устойчивость внимания средняя	устойчивость внимания низкая

Заключение. Таким образом, полученные нами в ходе комплексного исследования результаты тестирования спортсменов-игровиков позволяют создать как индивидуальный, так и групповой «портрет» психофизиологических характеристик в зависимости от спортивного амплуа (защитники, нападающие), и затем путем соотнесения их с морфофункциональными показателями (физическая работоспособность, результаты эхокардиографии, оценки variability сердечного ритма и т.д.), спортивной результативностью в динамике тренировочно-соревновательной деятельности разработать «модельные» характеристики. В таком качестве могут выступать показатели высокорезультативных

спортсменов. В то же время, необходимо учитывать, что психофизиологические характеристики в значительной мере генетически детерминированы, следовательно, важное значение приобретает их использование на стадии спортивного отбора, а затем – при выборе спортивной специализации.

Статья подготовлена по результатам НИР в рамках выполнения государственного задания «Разработка и научное обоснование модельных характеристик квалифицированных спортсменов игровых видов спорта (футбол, хоккей) по показателям функциональной подготовленности» (приказ Минспорта РФ № 1080 от 20.12.2019 г.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонтьева, М. С. Модельные параметры психофизиологических способностей спортсменов в игровых видах спорта / М. С. Леонтьева, А. В. Родин // Спортивный психолог. – 2019. – № 4 (55). – С. 47-49.
2. Блинов, В. А. Диагностика психофизиологической подготовленности футболиста / В. А. Блинов, С. В. Нопин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 809-817.
3. Мантрова, И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И. Н. Мантрова. – Иваново, 2007. – 216 с.
4. Микуло, Е. В. Психологическое обеспечение подготовленности спортсменов игровых видов спорта на этапах становления спортивного мастерства: практ. пособие / Е. В. Микуло, А. С. Врублевская. – Минск: БГУФК, 2015. – 68 с.
5. Psychophysiological features of 15-16-year-old hockey players with various types of heart rate regulation / E. Surina-Marysheva, V. Erlikh, A. Epishev, I. Cherepova // Journal of physical education and sport. – 2020. – Vol. 4 (20). – pp. 2446-2453.
6. Корягина, Ю. В. Научно-методическое обеспечение сборных команд в спортивных играх / Ю. В. Корягина, В. А. Блинов, С. В. Нопин. – Омск : СибГУФК, 2016. – 130 с.
7. Ларина, О. В. Спорт как фактор становления личности / О. В. Ларина // Актуальные проблемы здоровья, физической культуры и спорта на современном этапе: сб. науч. тр., посвящ. 110-летию СГУ им. Н. Г. Чернышевского / СГУ. – Саратов, 2019. – С. 108-112.
8. Особенности психофизиологического статуса спортсменов игровых видов спорта (футбол, хоккей) / Быков Е. В., Балберова О. В., Сидоркина Е. Г. [и др.] // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – 2021. – № 1 (29). – С. 3-9.
9. Туровский, В. Ф. Психофизиологические особенности футболистов различного игрового амплуа / В. Ф. Туровский, Ю. В. Корягина, В. А. Блинов // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 7. – С. 68–72.
10. Шпитальная, Е. Н. Влияние психологической подготовки на эффективность тренировочного процесса / Е. Н. Шпитальная // Актуальные проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта в высших учебных заведениях Минсельхоза России: сб. матер. IV Междунар., межвузовской, учеб.-метод. и науч.-

практ. конф., 2016 г. СГАУ. – Саратов, 2016. – С. 49-53.

REFERENCES

1. Leont'eva M.S., Rodin A.V. Model parameters of psychophysiological abilities of athletes in game sports. *Sports psychologist*, 2019, no. 4 (55), pp. 47-49. (in Russ.)
2. Blinov V.A., Nopin S.V. Readiness of football players psychophysiological diagnostics. *Modern problems of science and education*, 2014, no. 6, pp. 809-817. (in Russ.)
3. Mantrova I.N. Methodological guidelines to psychophysiological and psychological diagnosis. Ivanovo, 2007. 216 p. (in Russ.)
4. Mikulo E.V. Vrublevskaya A.S. Psychological support for the fitness of athletes of team sports at the stages of the sportsmanship's formation: practical guide. Manual. Minsk: BSUPC, 2015. 68 p. (in Russ.)
5. Surina-Marysheva E., Erlikh V., Epishev A., Cherepova I. Psychophysiological features of 15-16-year-old hockey players with various types of heart rate regulation. *Journal of physical education and sport*, 2020, vol. 4 (20), pp. 2446-2453.
6. Koryagina Yu.V., Blinov V.A., Nopin S.V. Scientific and methodological support of national teams in sports games. Omsk: SibSUPC, 2016. 130 p. (in Russ.)
7. Larina O.V. Sport as a factor of personality formation. Actual Problems of Health, Physical Culture and Sports at the Present Stage: collection of scientific works dedicated to the 110th anniversary of the SSU, 2019. pp. 108-112. (in Russ.)
8. Bykov E.V., Balberova O.V., Sidorkina E.G., Sazonova E.A., Peremazova R.G., Chipyshev A.V. Peculiarities of psychophysiological status of playing sports' athletes (football, hockey). *Ural and Siberia Bulletin of Sports Science*, 2021, no. 1(29), pp. 3-9. (in Russ.)
9. Turovskij V.F. Koryagina Yu.V., Blinov V.A. Psychophysiological characteristics of football players of various playing positions. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2013, no. 7, pp. 68-72. (in Russ.)
10. Shpital'naya E.N. The influence of psychological training on the training process's efficiency. Relevant Problems and Prospects for the Development of Physical Culture and Sports in Higher Educational Institutions of the Ministry of Agriculture: collection of materials of the IV Intern., Interuni., Educ, Methodol., Scientific and Practical Conference, SSAU. Saratov, 2016. pp. 49-53. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Евгений Витальевич Быков – доктор медицинских наук, профессор, проректор по НИР, директор НИИ олимпийского спорта, зав. кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru.

Елена Геннадьевна Сидоркина – научный сотрудник НИИ олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: rezenchik@bk.ru.

Елена Александровна Сазонова – заведующий научно-исследовательской лабораторией кафедры спортивной медицины Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: sazonoavae@yandex.ru.

Ольга Владиславовна Балберова – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: Olga-balberova@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Evgenij Vital'evich Bykov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research Projects, Director of the Scientific Research Institute of Olympic Sports, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru.

Elena Gennad'evna Sidorkina – Researcher of the Scientific Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: rezenchik@bk.ru.

Elena Aleksandrovna Sazonova – Head of the Research Laboratory of the Department of Sports Medicine, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: sazonoavae@yandex.ru.

Ol'ga Vladislavovna Balberova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Scientific Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: Olga-balberova@mail.ru.

Для цитирования: Разработка модельных психофизиологических характеристик спортсменов игровых видов спорта (футбол и хоккей) / Е.В. Быков, Е.Г. Сидоркина, Е.А. Сазонова, О.В. Балберова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38

For citation: Bykov E.V., Sidorkina E.G., Sazonova E.A., Balberova O.V. Development of model psychophysiological characteristics of athletes of game sports (soccer and hockey). *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_39
УДК 159.94; 796.056.1/2-796.082.1

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_39
UDC 159.94; 796.056.1/2-796.082.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УДАРНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ЮНЫХ КИКБОКСЕРОВ СРЕДСТВАМИ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАНИЙ КООРДИНАЦИОННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

М.В. Герасимов

АНО ВО «Институт экономики и управления», г. Тула, Россия

Аннотация. В статье представлена методика, направленная на совершенствование ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров на основе использования средств различной координационной направленности. Упражнения комплексной тренировки на развитие и совершенствование ударных координационных способностей кикбоксеров распределены по группам: силовые упражнения с весом своего тела; ударно-вращательные упражнения в различных сочетаниях; комплексы вариативных заданий на ударные координации. Применение комплексных вариативных заданий, создающих условия для преимущественного совершенствования наиболее важных ударно-баллистических координаций, обеспечивающих формирование ударной технической подготовленности, обусловило преимущество спортсменов экспериментальной группы перед испытуемыми контрольной группы по баллистическим показателям ударно-подсекающих приемов и действий на 14-25%, что явилось существенным вкладом в освоение ударной техники ведения поединка кикбоксерами-юниорами.

Ключевые слова: баллистика, координация, техника, ударные приемы, вариативность.

IMPROVEMENT OF STRIKING BALLISTIC ABILITIES OF YOUNG KICKBOXERS BY MEANS OF COMPLEX COORDINATION TASKS

M.V. Gerasimov

Institute of Economics and Management, Tula, Russia

Annotation. The article presents a methodology aimed at improving the striking ballistic abilities of junior kickboxers based on the use of means of different coordination directions. Comprehensive training exercises for the development and improvement of the striking coordination abilities of kickboxers are divided into groups: vigorous exercises with the use of their own body mass; striking-rotational exercises in various combinations; sets of variable tacks for striking coordination. The use of comprehensive variable tasks that create conditions for the predominant improvement of the most important impact-ballistic coordinations, which ensure the formation of striking technical fitness, determined the advantage of the athletes of the experimental group over the test subjects of the control group in terms of ballistic indicators of impact-tripping techniques and actions by 14-25%, which was a significant contribution to the development of the striking technique of fighting by junior kickboxers.

Keywords: ballistics, coordination, technique, striking techniques, variability.

Введение. Соревновательная деятельность кикбоксеров характеризуется выполнением приемов борьбы высокой координационной сложности в сочетании с сохранением баллистических характеристик ударов и подсечек в процессе выполнения атакующих приемов. Успех спортивного поединка зависит от уровня развития как силовых, так и координационных способностей [1-2]. В целом в спортивных единоборствах и

командно-игровых видах спорта, которые относятся к категории ситуационных, одним из основных требований к спортсмену является умение вариативно действовать, используя сложнокординационные двигательные действия [3].

Тенденции развития кикбоксинга определяют совершенствование координационных способностей спортсменов, как базового компонента тактико-технической

подготовки, связанного как с освоением технических приемов и действий, так и умением успешно применять их в различных нестандартных условиях спортивного поединка [4-5].

К настоящему времени в научно-методической литературе выявлено незначительное количество исследований, посвященных вариативному развитию и совершенствованию координационных способностей кикбоксеров [6-7]. Практические тенденции тренировочного процесса показывают, что комплексное совершенствование ударных баллистических и координационных способностей создает прочную основу для перспективного достижения кикбоксерскими спортсменами высокого уровня спортивного мастерства.

Цель исследования – разработать методику совершенствования ударных баллистических способностей кикбоксеров на основе комплексных вариативных заданий и экспериментально подтвердить ее эффективность.

Методы и организация исследования. Теоретический анализ и обобщение литературных источников по изучаемой проблеме; педагогическое тестирование; педагогический эксперимент. Для анализа полученных показателей вычисляли среднюю арифметическую, стандартное отклонение, ошибку среднего значения. Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента.

Общетеоретические исследования и эксперимент осуществлялись в течение 2016-2021 гг. с привлечением спортсменов Московской городской физкультурно-спортивной организации, а также учащихся Центра спорта и образования «Самбо-70» Москомспорта (г. Москва). Участвовало 2 группы кикбоксеров 17-18 лет, экспериментальная (ЭГ) и контрольная (КГ), по 26 человек в каждой группе.

Результаты исследования и их обсуждение. Педагогическое проектирование процесса совершенствования ударных баллистических способностей спортсменов контактных видов единоборств заключается

в создании инновационной системы организационно-методических мероприятий по повышению уровня спортивного мастерства спортсменов.

Совершенствование ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров в процессе комплексной тренировки соотносится с активной созидательной деятельностью тренера (специалиста) и характеризуется внедрением в теорию и практику тренировочного процесса прогрессивного подхода физического совершенствования спортсменов.

В процессе комплексной тренировки по совершенствованию ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров применялись специальные физические упражнения с учетом специфических характеристик данного вида спорта. Координационные упражнения на основе технико-тактических действий включают:

- упражнения, способствующие освоению и закреплению техники ударов и технико-тактических ударных действий в кикбоксинге;

- развивающие ударные упражнения, сконцентрированные на совершенствовании ударных баллистических способностей кикбоксеров;

- вариативные ударные действия на совершенствование специфических ударно-баллистических способностей (ориентирование в пространстве, ритм, устойчивое положение, способность четко и неизменно выполнять ударные действия в условиях вестибулярных раздражений и др.);

- координационные упражнения, улучшающие специализированные восприятия при нанесении удара и выполнении подсечек («чувство соперника», «чувство ковра», «чувство дистанции»);

- физические упражнения, улучшающие сенсомоторные реакции;

- физические упражнения, способствующие улучшению оперативной двигательной памяти;

- физические упражнения, активизирующие интеллектуальные процессы

(быстроту, способность к предвидению ситуации, инициативность).

Упражнения, направленные на совершенствование ударных баллистических способностей, использовались в процессе комплексной тренировки до уровня автоматизированного выполнения двигательного навыка. Далее формировались более сложные комбинации. Новое сочетание различных двигательных действий активизирует дальнейшее совершенствование ударных баллистических способностей и выводит занимающегося на новую, более высокую ступень спортивного мастерства.

Для констатации общенаучных, теоретических и практических взглядов на совершенствование ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров с

использованием комплексной тренировки важно наличие доказательств, дающих возможность оценить качественный переход спортсмена на более высокий уровень спортивного мастерства.

В процессе поискового исследования, направленного на оценку эффективности использования комплексной тренировки, были подготовлены инструктивные и нормативно-методические материалы по организации педагогического процесса совершенствования ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров.

В таблице 1 обобщены полученные данные и представлена последовательность совершенствования ударных баллистических способностей на разных этапах тренировочного процесса.

Таблица 1

Последовательность совершенствования ударных баллистических способностей кикбоксеров средствами комплексных вариативных заданий координационной направленности

	Этапы тренировочного процесса		
	Общей координационной подготовки	Совершенствование специальных координационных способностей	Формирования ударных баллистических координаций
Целевая установка	Достижение ситуативной успешности в поединке	Формирование умения управлять ходом поединка	Вариативное формирование атакующей тактико-технической подготовленности
Задачи комплексной тренировки	1. Развитие общих координационных способностей 2. Формирование разносторонней техники ударных координаций	1. Совершенствование освоенных приемов и действий кикбоксинга 2. Закрепление техники ударных действий, переход к автоматизму при выполнении ударов и подсечек	1. Повышение устойчивости сформированных навыков в условиях ведения поединка 2. Достижение высокой вариативности приемов ударной техники
Средства и методические приемы	Упражнения на сопряженное развитие координаций и техники приема	Технические комбинации сложно-координационных технических навыков	Комплексы вариативных заданий на ударные координации

Продолжение таблицы 1

Характерные черты выполнения	Устойчивое положение центра тяжести и рациональное распределение усилий при проведении технических приемов	Сохранение индивидуального стиля ведения поединка, быстрый переход от одного вида тактических действий к другому	Преимущественное выполнение атакующих двигательных действий, высокий темп повторных атак, спуртов, сохранение индивидуальной тактики
------------------------------	--	--	--

Совершенствования ударных баллистических способностей кикбоксеров средствами комплексных вариативных заданий включало три взаимосвязанных, последовательных этапа:

- 1 этап – Общая координационная подготовка.

- 2 этап – Совершенствование специальных координационных способностей.

- 3 этап – Формирование ударных баллистических координаций.

Практика свидетельствует, что физическая, психологическая готовность к поединкам и мотивация кикбоксеров к участию в соревновательной деятельности формируются под влиянием комплексной тренировки.

Комплексный метод тренировки предоставляет возможность индивидуально вносить уточняющие изменения в идентификаторы скорости выполнения целенаправленных ударных действий и комбинаций атакующих приемов. Уровень развития ударных баллистических способностей кикбоксеров диагностировался методом эмпирико-аналитических процедур при реализации двигательных актов различной степени сложности.

Целью проведения комплексной тренировки являлось совершенствование ударных баллистических способностей на основе принципа индивидуализации тренировочной деятельности кикбоксеро-юниоров. В содержании комплексной тренировки включались индивидуальные ударные действия, объединенные в единую техническую комбинацию.

Комплексная тренировка способствовала формированию нервно-мышечных связей для организации соответствующего ударного действия, соответствующего условиям и ситуациям поединка. Возникающие связи проявлялись в регуляции ударных координационных способностей в процессе поединка, адаптации к максимальным физическим и эмоциональным нагрузкам соревновательной деятельности.

Набор наименее сложных средств для совершенствования ударных баллистических способностей составляют общеразвивающие упражнения, связанные с большим количеством движений, двигательных действий, перемещением в пространстве на основные группы мышц.

Физические упражнения координационной направленности могут быть без инвентаря и с инвентарем (мячами, гимнастическими скамейками, и др.). Использование данных физических упражнений осуществлялось на этапе спортивной специализации кикбоксеров.

Сравнительный анализ развития ударных баллистических способностей кикбоксеров экспериментальной и контрольной групп до и после окончания эксперимента представлен в таблице 2.

По окончании эксперимента при выполнении всех тестов, оценивающих уровень развития ударных баллистических способностей спортсменов наблюдался достоверный прирост ($p < 0,05$) в экспериментальной и контрольной группах. В тесте «Серия ударов руками и ногами» на время наблюдалось увеличение: в экспериментальной

группе 17,51% ($p < 0,05$), в контрольной группе 11,37% ($p < 0,05$). В тесте «Три прямых удара руками» на время больший прирост продемонстрирован кикбоккерами экспериментальной группы 11,81% ($p < 0,05$), в контрольной группе он составил 7,27% ($p < 0,05$).

Увеличение результатов выполнения теста «Четыре удара ногой с разворотом» на время в экспериментальной группе

наблюдалось также увеличение, чем увеличение этих показателей в контрольной группе. В специализированном тесте для кикбоккеров «комбинация ударов рукой и ногой с поворотом на 360 градусов» увеличение показателей в экспериментальной группе составило 21,9%, в то время как результаты контрольной группы продемонстрировали прирост только в 9,3%.

Таблица 2

Результаты педагогического эксперимента

Показатель	ЭГ			КГ		
	до	после	t	до	после	t
Серия ударов руками и ногами, с	9,05±0,6	8,92±0,3	1,4	9,33±0,8	9,19±0,2	1,5
Три прямых удара руками, с	4,63±0,52	4,11±0,71	2,7	4,89±0,23	4,53±0,64	0,8
Четыре удара ногой с разворотом, с	12,6±0,37	9,8±0,75	3,7	12,4±0,66	10,7±0,44	4,2
Комбинация ударов рукой и ногой с поворотом на 360 градусов, с	4,1±0,2	3,2±0,5	0,6	4,3±0,6	3,9±0,6	0,5
Сила удара рукой, кг	167,6±16,7	193,9±12,4	1,7	161,7±10,3	180,1±18,4	2,1
Сила удара ногой, кг	210,7±20,8	247,8±19,5	2,4	218,1±15,4	231,5±24,6	1,9
Импульс удара рукой, кг×м/с	1,34±0,42	1,55±0,58	1,5	1,29±0,49	1,44±0,21	0,6
Импульс удара ногой	1,68±0,32	1,98±0,47	2,3	1,74±0,36	1,85±0,32	2,6
Восстановление баланса после удара рукой, с	1,6±0,6	0,8±0,1	2,0	1,7±0,2	1,1±0,4	2,4
Восстановление баланса после удара ногой, с	1,9±0,4	0,7±0,4	2,8	1,8±0,2	1,0±0,1	1,9
Смещение точки удара рукой, см	13,8±0,6	5,8±0,4	0,9	12,9±0,5	10,7±0,5	1,7
Смещение точки удара ногой, см	18,6±0,3	7,4±0,5	1,3	19,4±0,7	12,6±0,2	1,8
Скорость кисти в завершающей фазе прямого удара, м/с	7,4±0,6	12,6±0,4	1,8	8,2±0,6	10,6±0,2	3,7
Скорость стопы в завершающей фазе прямого удара, м/с	9,7±0,6	15,9±0,3	2,1	8,9±0,4	10,2±0,2	2,5

Определено, что высокий уровень развития ударных баллистических способностей кикбоккеров позволят им вести поединки в высоком темпе и навязывать сопернику свою тактику изменения

двигательных действий. Это благоприятно воздействовало на оперативное формирование различных сочетаний ударных действий кикбоккеров процессе поединка.

В процессе организации комплексной тренировки учитывалось, что соревновательные и учебные поединки – это динамичная смена различных сочетаний ударов руками, ногами, которые должны осуществляться в высоком темпе. Установлено, что быстрота обеспечивает выполнение целенаправленных двигательных действий в короткий промежуток времени. Скорость осуществления целенаправленных двигательных действий является основным критерием оценки координационных способностей спортсмена.

Улучшение согласования двигательных действий осуществлялось на основе высокого уровня развития ударных баллистических способностей кикбоксеров. Это дало возможность осуществлять защитные и атакующие действия в рациональном чередовании, сочетании и на высокой скорости. Высокая скорость выбора сочетаний двигательных действий обеспечивала возможность успешного перестроения кикбоксеров в процессе поединка. Она позволяла реализовывать быстрое перестроение от защиты к контратаке и, наоборот, от атакующих действий к защите. Комплексная тренировка по совершенствованию ударных баллистических способностей кикбоксеров представляла собой рациональную совокупность развития и совершенствования всех двигательных действий спортсменов, которые применялись в процессе поединка.

Заключение. В процессе разработки методики совершенствования ударных баллистических способностей обоснованы психолого-педагогические условия,

обеспечивающие эффективность обучения ударным техническим действиям кикбоксеров-юниоров. Среди них выделены: реализация в учебно-тренировочном процессе кикбоксеров тренировки методом комплексных вариативных заданий; разработка средств комплексного совершенствования ударных баллистических способностей и физических качеств спортсменов; вариативное построение тренировочных заданий и тактических комбинаций; стимулирование поиска нестандартных эвристических решений; сопряженное совершенствование ударных баллистических способностей и сенсорно-двигательных анализаторов; преимущественно смешанный аэробно-анаэробный характер физической нагрузки.

Методика совершенствования ударных баллистических способностей кикбоксеров-юниоров включает три этапа. На первом этапе комплексной тренировки проводится целенаправленное развитие общих координационных способностей, необходимых для достижения ситуативной успешности в поединке. Целью второго этапа комплексной тренировки является формирование умения управлять ходом поединка на основе разностороннего владения техникой и ударными двигательными координациями. На третьем этапе целью комплексной тренировки является вариативное формирование атакующей тактико-технической подготовленности, обеспечиваемой баллистическими ударными координациями. Результаты педагогического эксперимента свидетельствуют о высокой эффективности методики совершенствования ударных баллистических способностей спортсменов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришин, А. А. Практические рекомендации по модернизации учебно-тренировочных занятий кикбоксеров путем внедрения обратной связи, основанной на ЭКГ-мониторинге степени утомления спортсмена / А. А. Гришин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 4 (134). – С. 60-64.
2. Научно-методическое обоснование программ подготовки кикбоксеров высшей

квалификации в условиях концентрированного развития локально-региональной мышечной выносливости и формирование устойчивости к гипоксии / Ю.Н. Романов, А.П. Исаев, Г.Р. Батыршина, Л.А. Романова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2013. – № 4. – С. 45-49.

3. Козин, В. В. Совершенствование точности бросков мяча путем ситуационного моделирования и тренажерных средств / В. В. Козин, В. Н. Притыкин, Н. С. Кузнецова // Сборник научных трудов SWorld. – 2013. – Т. 52. - № 3. – С. 44-56.
4. Коляда, А. В. Рекомендации по технико-тактической подготовке кикбоксеров в разделе К-1, относящиеся к нокаутующим ситуациям / А. В. Коляда, А. А. Гришин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 5 (123). – С. 111-114.
5. Салугин, Ф. В. Ситуационный анализ тактико-технических действий высококвалифицированных кикбоксеров / Ф. В. Салугин // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 5. – С. 24.
6. Горская, И. Ю. Обоснование методики обучения атакующим действиям с сопряженным развитием координационных способностей на этапе начальной подготовки в кикбоксинге / И. Ю. Горская, С. Е. Токсанов // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 4. URL: <https://scienceeducation.ru/ru/article/view?id=27894> (дата обращения: 10.06.2022).
7. Михайлов, А. С. Методика совершенствование координационных способностей кикбоксеров 16–17 лет / А. С. Михайлов, А. Н. Илькин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 10 (176). – С. 226-230.

REFERENCES

1. Grishin A.A. Practical guidelines for the modernization of kickboxers' training sessions by introducing feedback based on ECG monitoring of the athlete's fatigue degree. *Scientific Notes of the*

P.F. Lesgaft University, 2016, no. 4 (134), pp. 60-64. (in Russ.)

2. Romanov Yu.N., Isaev A.P., Romanova G.R., Batyrshina L.A. Scientific and methodological substantiation of training programs for elite kickboxers under conditions of concentrated development of local-regional muscle endurance and the formation of resistance to hypoxia. *Pedagogical, Psychological and Biomedical Problems of Physical Culture and Sports*, 2013, no. 4, pp. 45-49. (in Russ.)

3. Kozin, V.V., Pritykin V.N., Kuznetsova N.S. Improving the accuracy of ball throws with situational modeling and training tools. Collection of scientific papers SWorld, 2013, vol. 52, no. 3, pp. 44-56. (in Russ.)

4. Kolyada A.V., Grishin A.A. Recommendations on the technical and tactical training of kickboxers in K-1 section, related to knockout situations. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2015, no. 5 (123), pp. 111-114. (in Russ.)

5. Salugin F.V. Situational analysis of tactical and technical actions of elite kickboxers. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2019, no. 5, p. 24. (in Russ.)

6. Gorskaya I.Yu., Toksanov S.E. Substantiation of the method of teaching attacking actions with the conjugated development of coordination abilities at the stage of initial training in kickboxing. *Modern Problems of Science and Education*, 2018, no. 4. Available at: <https://scienceeducation.ru/ru/article/view?id=27894> (accessed 10.06.2022). (in Russ.)

7. Mikhajlov A.S., Il'kin A.N. Methods of improving the coordination abilities of kickboxers aged 16-17 years. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 10 (176), pp. 226-230. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Михаил Владимирович Герасимов – заслуженный тренер России, Заслуженный мастер спорта по кикбоксингу, главный тренер спортивной сборной команды Российской Федерации по кикбоксингу, старший преподаватель кафедры физической культуры АНО ВО «Институт экономики и управления», Тула, e-mail: gerasimov.mik@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Mikhail Vladimirovich Gerasimov – Honored Coach of Russia, Honored Master of Sports in kickboxing, Head Coach of the sports team of the Russian Federation in kickboxing, Senior Lecturer of the Department of Physical Culture, Institute of Economics and Management, Tula, e-mail: gerasimov.mik@gmail.com.

Для цитирования: Герасимов, М. В. Совершенствование ударных баллистических способностей юных кикбоксеров средствами комплексных заданий координационной направленности / М. В. Герасимов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_39

For citation: Gerasimov M.V. Improvement of impact ballistic abilities of young kickboxers by means of complex tasks of coordination. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_39

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_40
УДК 37.042.1

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_40
UDC 37.042.1

АКТУАЛИЗАЦИЯ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Е.М. Голикова, Т.М. Панкратович, В.Д. Беспутина

Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург, Россия

Аннотация. Цель – оценить эффективность модели смешанного обучения в преподавании физической культуры для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В рамках школьной инклюзии для данного контингента созданы условия в адаптивной физкультурно-спортивной деятельности. При этом организация процесса физической культуры в школе для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья имеет сложный характер, связанный с большим количеством нозологических групп детей. В рамках исследования, в образовательный процесс обучающихся с ограниченными возможностями здоровья была введена модель смешанного обучения «перевернутый класс». Результаты проведенного эксперимента показали положительные результаты модели смешанного обучения в методике преподавания физической культуры обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, средние показатели самостоятельности и активности увеличились в среднем на 32% и 35%, знаниевый компонент – на 23%.

Ключевые слова: физическая культура, дети с ограниченными возможностями здоровья, смешанное обучение.

ACTUALIZATION OF BLENDED LEARNING IN PHYSICAL EDUCATION OF STUDENTS WITH DISABILITIES

E.M. Golikova, T.M. Pankratovich, V.D. Besputina

Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia

Annotation. The goal is to evaluate the efficiency of the blended learning model in teaching physical education to students with disabilities. Within the framework of school inclusion, conditions for adaptive physical and sports activities have been created for this contingent. At the same time, the organization of the physical activity process in a school for students with disabilities is complicated, and it is associated with a large number of nosological groups of children. As part of the study, the model of blended learning “flipped class” was introduced into the educational process of students with disabilities. The results of the experiment revealed the positive outcomes of the blended learning model in the methods of teaching physical education to students with disabilities, the average indicators of independence and activity increased by an average of 32% and 35%, the knowledge component increased by 23%.

Keywords: physical education, children with disabilities, blended learning.

Введение. С развитием системы адаптивной физической культуры в России складывается особое педагогическое сопровождение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. Адаптивная физкультурно-спортивная деятельность эффективно влилась в процесс инклюзивного образования обучающихся. Физическая культура школьников с ограниченными возможностями здоровья реализуется в рамках одного из шести видов адаптивной

физической культуры – адаптивное физическое воспитание. Ролевальность данного вида адаптивной физической культуры характеризуется тем, что в рамках образовательной политики процесс физического воспитания имеет нормативно-правовое, программно-содержательное и организационно-управленческое обеспечение. Реализации адаптивного физического воспитания в школе имеет ряд сложностей, к которым следует отнести большое количество

нозологических групп, особенности интеллектуального развития, коммуникативные характеристики, сформированность социальных компонентов и т.д. При этом следует отметить, что дети со сложной патологией обучаются в классе с детьми нормотипичными. Задача педагога – организовать процесс обучения так, где каждый ребёнок будет иметь индивидуальный образовательный маршрут с учётом особенностей и потребностей [1]. Новые подходы к образовательным технологиям предполагают переход от продуктивного образования к репродуктивному, в том числе и физической культуры [2]. В 2021 году Министерство просвещения РФ представило план цифровизации образования, что ориентирует педагогов на внедрение в образовательную практику моделей смешанного обучения [3].

Цель исследования – оценить эффективность модели смешанного обучения в преподавании физической культуры для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Методы и организация исследования. Исследование выполнено по проекту «Методика преподавания физической культуры в общеобразовательной организации с учетом реализации модели смешанного обучения», которое реализуется при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания (дополнительные соглашения № 073-0302021-044/1 от 30.06.2021 г. и № 073-0302021-044/2 от 21 июля 2021 г. к соглашению № 073-0302021-044 от 18 января 2021 г.).

В рамках исследования в 2022 г в образовательные организации в методику преподавания физической культуры была внедрена модель смешанного обучения для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. Реализованы следующие методы: анализ исследуемой проблемы, изучение нормативно-правовых документов в области физической культуры лиц с ограниченными возможностями здоровья, эмпирические методы исследования

(наблюдение, беседы, эксперимент, контроль и измерение, оценивание).

В исследовании приняли участие 34 обучающихся (5-9 классов) с ограниченными возможностями здоровья. Так как школьники относились к различным нозологическим группам, при этом учитывался и возраст ребёнка, было принято решение в разработке технологии индивидуальных образовательных траекторий и модельной характеристики реализации смешанного обучения. Для каждого обучающегося создана индивидуальная образовательная траектория, направленная на овладение образовательных результатов по предмету «Физическая культура» и развитие активности и самостоятельности в процессе физической культуры. К нозологическим группам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья относились дети с патологией зрения, нарушением опорно-двигательного аппарата и т.д. Была разработана технология индивидуальных образовательных траекторий, позволяющая внедрить в практику физической культуры модели смешанного обучения (рис.).

В качестве определения эффективности смешанного обучения педагог для каждого обучающегося применял модель «перевернутый класс». Внедрение модели «перевернутый класс» в методику преподавания физической культуры сочетает онлайн и офлайн обучение. Данная модель обеспечивает обретение каждым обучающимся, независимо от нозологии, умений и навыков самоорганизации, самоуправления физическим совершенствованием при выборе образовательного маршрута, темпа, места и времени для достижения учебной и жизненной успешности [4]. Поэтому, каждый обучающийся с ограниченными возможностями здоровья может более углубленно изучать темы, связанные с теоретическими знаниями воспитания двигательных способностей человека, роли здорового образа жизни, влиянии физических упражнений на функциональные характеристики.



Рис. Базовая модель индивидуальной образовательной траектории обучающихся с ограниченными возможностями здоровья с применением модели смешанного обучения

Применение цифровых образовательных ресурсов на базе различных информационно-телекоммуникационных платформ повышает интерес обучающихся к процессу образования. В организационном плане модель «перевернутый класс» является одной из самых простых [5]. Для её реализации можно использовать школьный компьютерный класс, индивидуальные гаджеты с подключенным интернетом. Обучающийся выполняет домашнюю работу в учебной онлайн-среде. В «перевернутом классе» меняется местами классная и домашняя работа [6]. Для организации

такой работы учитель при тематическом планировании своей деятельности предусматривает к каждому разделу программы и теме урока перечень учебно-методических материалов, которыми может воспользоваться обучающийся (адреса возможного использования интернет-платформ, мультимедийных программ, электронных учебников и задачников, игровых программ и т.п.). Каждому обучающемуся с ограниченными возможностями здоровья предложено самостоятельно освоить теоретический материал предстоящей темы, применяя электронные образовательные ресурсы и

платформы с тематикой урока (прослушивание лекции, просмотра видео, фрагмента учебного фильма). При разработке содержания основных разделов учебной программы учителям рекомендовано применять на практике следующие информационно-телекоммуникационные ресурсы:

- Единая Коллекция цифровых образовательных ресурсов для учреждений общего и начального профессионального образования (<http://school-collection.edu.ru>);
- Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>);
- Портал института стратегии развития образования (instrao.ru);
- Портал федерального центра организационно-методического обеспечения физического воспитания (фцоомфв.рф);
- Интерактивные уроки по всему школьному курсу (<https://resh.edu.ru/>);
- Образовательные методические сайты для учителей физической культуры (http://metodsovet.su/dir/fiz_kultura/9);
- Методический сайт «Я иду на урок физкультуры» (<http://spo.1september.ru/urok/>);
- Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» (<http://festival.1september.ru/>) [7-8].

Домашняя работа обучающихся ориентирована на овладение теоретическим материалом и закрепление его практическим заданием (тесты, работа с дневником самоконтроля, составление инструкции по технике безопасности, проведение сравнительного анализа своего физического развития, физической подготовленности с предложенными нормами и т.п., как инструмента самоконтроля), что сокращает время на объяснения в процессе практического занятия. В спортивном зале учитель и обучающийся закрепляют на практике полученные знания, осуществляют коррекцию при выполнении упражнений, выявляют проблемы при выполнении домашнего задания и решают на месте. Учитель и обучающийся с ограниченными возможностями здоровья погружены в практическую деятельность, которая так

необходима для данного контингента как с физиологической, так и с функциональной точки зрения. Насколько обучающийся осваивает материал, учитель может определить по его готовности «здесь и сейчас», скорректировать задание и способ его выполнения (фронтально, дифференцированно, индивидуально). Для внедрения модели смешанного обучения было разработано программно-содержательное сопровождение, согласно требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС).

Статистический анализ данных проводился с помощью непараметрического критерия U-критерий Манна-Уитни. Критерий предназначен для оценки различий между двумя выборками.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе внедрения модели «перевернутый класс» были изучены критерии самостоятельности и активности обучающихся, а также проведена оценка сформированности знаний по предмету «Физическая культура».

Знания измерялись с помощью тестовых заданий по показателям полноты и прочности их освоения. Были взяты количественные показатели сформированности полноты знаний, где: «0» – низкий уровень рассматриваемого критерия; «1» – средний уровень; «2» – высокий уровень. Качественный показатель знаний рассчитывался от 0 до 4 баллов, где: «0-1» – низкий, «2-3» – средний, «4» – высокий. Исследуя самостоятельность и активность обучающихся, применяли критерии освоения ценностей физической культуры через:

- экспертную оценку компонентов самостоятельности и активности. Коэффициент варьировался от 0 до 24 баллов («0-6» – низкий, «7-18» – средний, «19-24» – высокий);

- самооценка компонентов самостоятельности и активности. Тестовое задание, включающее в себя 18 вопросов, с помощью ключа рассчитывалась сумма баллов, которая варьировалась от 0 до 36 («0-10» – низкий, «11-27» – средний, «28-36» – высокий).

Для чистоты эксперимента в ходе исследования была разработана сводная таблица, и все критерии приравнены к единому критерию от 0 до 4 баллов. Результаты каждого обучающего были внесены в таблицы,

позволяющие отследить степень сформированности изучаемых сущностных и существенных характеристик знаний, самостоятельности и активности. Результаты исследования представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1

Результаты сформированности знаний по предмету «Физическая культура» в ходе исследования

Уровни	Начало эксперимента		Окончание эксперимента	
	кол-во	%	кол-во	%
низкий	12	35	4	12
средний	16	47	18	53
высокий	6	18	12	35
$U_{Эмп}=381$				

Примечание: при $p \leq 0,01$

Полученное эмпирическое значение находится в зоне значимости, что подтверждает достоверность полученных результатов. Количество обучающихся, перешедших к показателям среднего и высокого уровней, увеличилось (средней уровень – от

47 % до 53%), (высокий уровень – от 18% до 35%), с низким уровнем знаний осталось 12% обучающихся. Однако и у обучающихся с низким, нулевым уровнем знаний результаты увеличились.

Таблица 2

Результаты развития самостоятельности и активности обучающихся на основе ценностей физической культуры в ходе исследования

Уровни	Экспертная оценка				Самооценка			
	начало эксперимента		окончание эксперимента		начало эксперимента		окончание эксперимента	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
низкий	15	44	4	12	16	47	4	12
средний	16	47	20	59	15	44	21	62
высокий	3	9	10	29	3	9	9	26
$U_{Эмп}=299$					$U_{Эмп}=282$			

Примечание: при $p \leq 0,01$

Полученные результаты расчёта экспертной оценки и результаты самооценки обучающихся находятся в зоне значимости. Процесс физического воспитания обучающихся с применением модели смешанного обучения «перевернутый класс» подтвердил эффективность и возможность включения в методику преподавания физической культуры в общеобразовательные организации. Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья были включены в активную познавательную деятельность. Подобранные информационно-телекоммуника-

ционные ресурсы и платформы позволили рационально распределить время теоретической подготовки и практической деятельности.

Результаты исследования доказали, что модель «перевернутый класс» может быть применена в практике физической культуры в общеобразовательной организации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Заключение. Применение данной модели позволяет организовать практическую часть методики преподавания

физической культуры, ориентируя обучающихся с ограниченными возможностями здоровья на отработку навыков применения изученного самостоятельно теоретического материала с помощью интерактивных технологий (метод проектов, проблемное обучения, игровые технологии и т.п.). Такая работа активизирует школьников к поисковой, исследовательской, креативной деятельности, развитию самостоятельности и коллективному взаимодействию. Традиционная система обучения ориентирует

обучающихся на получение знаний от педагога, что снижает мотивационно-поисковую активность обучающихся. При использовании модели «перевернутый класс» школьник не получает готовые ответы, а предпринимает попытки к самостоятельному поиску. Чем активнее обучающийся включается в самостоятельное изучение теории, тем эффективнее будет её освоение. Это способствует формированию как предметных, так и метапредметных образовательных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пяткова, О. Б. Телекоммуникационные проекты как способ достижения метапредметных результатов учащихся с ограниченными возможностями здоровья / О. Б. Пяткова, Т. В. Уткина // Школьные технологии. – 2020. – № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/telekommunikatsionnye-proekty-kak-sposob-dostizheniya-meta-predmetnyh-rezultatov-uchaschimisya-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami> (дата обращения: 11.09.2021).
2. Голикова, Е. М. Перспективные направления и практические решения в методике преподавания предмета «Физическая культура» на основе модели смешанного обучения / Е. М. Голикова // Шаг в науку. – 2021. – № 4. – С.5-10.
3. Васильева, Н. И. Использование цифровой образовательной среды при изучении предмета «Физическая культура» / Н. И. Васильева // Школьные технологии. – 2020. – № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovoy-obrazovatelnoy-sredy-pri-izuchenii-predmeta-fizicheskaya-kultura> (дата обращения: 11.09.2021).
4. Козина, Ж. Г. Дистанционная физическая культура: миф или реальность / Ж. Г. Козина // Калининградский вестник образования. – 2020. – № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/distsionnaya-fizicheskaya-kultura-mif-ili-realnost> (дата обращения: 11.09.2021).
5. Логинова, А. В. Смешанное обучение: преимущества, ограничения и опасения / А. В. Логинова // Молодой ученый. – 2015. – №7 (87). – С.809-811.
6. Нагаева, И. А. Смешанное обучение в современном образовательном процессе: необходимость и возможности / И. А. Нагаева // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2016. – № 6(33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

smeshannoe-obuchenie-v-sovremennom-obrazovatelnom-protseesse-neobhodimost-i-vozmozhnosti (дата обращения: 11.09.2021).

7. Голикова, Е. М. Применение модели смешанного обучения в преподавании физической культуры в школе / Е. М. Голикова, Т. М. Панкратович, В. Ю. Нефедова // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 6. – С.111-112.
8. Панкратович, Т. М. Возможность и целесообразность использования модели смешанного обучения «перевернутый класс» в практике физкультурного образования / Т. М. Панкратович, Л. А. Акимова // Научный сборник «Современная школа России. Вопросы модернизации». – 2021. – № 6 (37) – С. 103-107.

REFERENCES

1. Pyatkova O.B., Utkiva T.V. telecommunications projects as a way for students with disabilities to achieve metasubject results. *Journal of School Technology*, 2020, no. 5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/telekommunikatsionnye-proekt-y-kak-sposob-dostizheniya-metapredmetnyh-rezultatov-uchaschimisya-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami> (accessed 08.08.2022). (in Russ.)
2. Golikova E.M. Perspective directions and practical solutions in the methodology of teaching the subject “Physical education” based on the model of blended learning. *Step into Science*, 2021, no. 4, pp.5-10. (in Russ.)
3. Vasil’eva N.I. Using the digital educational environment in the study of the subject «Physical culture». *Journal of School Technology*, 2020, no 5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovoy-obrazovatelnoy-sredy-pri-izuchenii-predmeta-fizicheskaya-kultura> (accessed 08.08.2022). (in Russ.)
4. Kozina Zh.G. Distance physical training lesson: myth or reality. *Kaliningrad Bulletin of Education*,

2020, no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/distantsionnaya-fizicheskaya-kultura-mif-ili-realnost> (accessed 08.08.2022). (in Russ.)

5. Loginova A.V. Blended learning: advantages, limitations and fears. *Young scientist*, 2015, no. 7 (87), pp. 809-811. (in Russ.)

6. Nagaeva I.A. Blended learning in the modern educational process: the need and opportunities. *Otechestvennaya i Zarubezhnaya Pedagogika*, 2016, no. 6 (33). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/smешанное-обучение-v-sovremennom-obrazovatelnom-protsesse-neobhodimost-i-vozmozhnosti> (accessed 08.08.2022). (in Russ.)

7. Golikova E.M., Pankratovich T.M., Nefedova V.Yu. Application of the blended learning model in teaching physical culture at school. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2022, no. 6, pp.111-112. (in Russ.)

8. Pankratovich T.M., Akimova L.A. The possibility and expediency of using the model of blended learning “flipped class” in the practice of physical education. *Scientific collection “Modern School of Russia. Issues of modernization”*, 2021, no. 6 (37), pp. 103-107. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Елена Михайловна Голикова – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры Теории и методики спортивных дисциплин, АФК и МБОУФВ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: gks-07@mail.ru.

Татьяна Михайловна Панкратович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой кафедры Теории и методики спортивных дисциплин, АФК и МБОУФВ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: pankratovicht@mail.ru.

Виктория Дмитриевна Беспутина – аспирант кафедры Теории и методики спортивных дисциплин, АФК и МБОУФВ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: vika-1996-30-06@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Elena Mikhajlovna Golikova – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Theory and Methods of Sports Disciplines, Adaptive Physical Culture and Biomedical Fundamentals of Physical Education, Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: gks-07@mail.ru.

Tat'yana Mikhajlovna Pankratovich – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Theory and Methods of Sports Disciplines, Adaptive Physical Culture and Biomedical Fundamentals of Physical Education, Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: pankratovicht@mail.ru.

Viktoria Dmitrievna Besputina – Post-Graduate Student of the Department of Theory and Methods of Sports Disciplines, Adaptive Physical Culture and Biomedical Fundamentals of Physical Education, Orenburg State Pedagogical University, e-mail: vika-1996-30-06@mail.ru.

Для цитирования: Голикова, Е. М. Актуализация смешанного обучения в физической культуре обучающихся с ограниченными возможностями здоровья / Е. М. Голикова, Т. М. Панкратович, В. Д. Беспутина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_40

For citation: Golikova E.M., Pankratovich T.M., Besputina V.D. Actualization of blended learning in physical education of students with disabilities. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_40

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_41
УДК 612; 796/799

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_41
UDC 612; 796/799

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ИЗ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ (A170)

Л.С. Дворкин, В.И. Морозов

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются результаты сравнительных исследований одних и тех же детей и подростков, занимающихся тяжелой атлетикой и футболом, на основе использования методики расчета физической работоспособности, переработанной с учетом специфики занятий спортом в сельской местности. В экспериментальных исследованиях приняли участие тяжелоатлеты 7-9 лет – 14 человек, 10-12 лет – 13 человек и 13-16 лет – 12 человек, в контрольную группу вошли юные футболисты соответственно с 7 до 9 лет – 16 человек, с 10 до 12 лет – 15 человек и с 13 до 16 лет – 14 человек. Было установлено, что из 10 возрастных групп были выявлены достоверные различия в показателях физической работоспособности между тяжелоатлетами и футболистами в пользу юных футболистов, в двух случаях – в пользу юных тяжелоатлетов. Что же касается различий относительного прироста в показателях физической работоспособности в каждой отдельно взятой возрастной группе спортсменов по отношению к предыдущему возрасту, то в 5 случаях преимущество было за юными футболистами, а в других 5 случаях – за тяжелоатлетами.

Ключевые слова: юные тяжелоатлеты, футболисты, сельская местность, физическая работоспособность.

OPTIMIZING TRAINING LOADS OF YOUNG ATHLETES FROM RURAL AREAS ON THE BASIS OF THE PHYSICAL PERFORMANCE INDICATOR (A170)

L.S. Dvorkin, V.I. Morozov

Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Annotation. This article includes the results of comparative studies of the same children and teenagers engaged in weightlifting and soccer, based on the use of a method for calculating physical performance revised taking into account the specifics of sports in rural areas. The experimental group included weightlifters aged 7-9 years – 14 people, 10-12 years – 13 people, 13-16 years – 12 people. The control group involved young soccer players: 7-9 years – 16 people, 10-12 years – 15 people, 13-16 years – 14 people. We have found that among 10 age groups there were significant differences in physical performance indicators between weightlifters and soccer players in favor of the latter, in two cases – in favor of weightlifters. As for the differences in the relative increase in physical performance in each individual age group of athletes in relation to the previous age, young soccer players had advantage in 5 cases, while young weightlifters – in 5 other cases.

Keywords: young weightlifters, soccer players, rural areas, physical performance.

Введение. На протяжении многих лет неоднозначно трактуются вопросы о возможности целенаправленной тяжелоатлетической подготовки в детском и подростковом возрасте из-за опасности возможного отрицательного влияния таких

занятий на физическое развитие растущего организма [1].

Так, в 70-80 годах прошлого столетия о возможности начальной тяжелоатлетической подготовки в детском и подростковом возрасте уже говорили ряд ученых и

специалистов, но только как о подготовительном этапе в рамках общей физической подготовки [2]. Но даже такой подход позволил в рамках детско-юношеских спортивных школ (ДЮСШ) открыть подготовительное отделение общей силовой подготовки для детей 9-10 лет. Основная задача этого отделения: в течение 2 лет после его окончания распределять детей по различным видам спорта для прохождения дальнейшей начальной спортивной специализации, например в таких видах спорта, как борьба, бокс, спортивная гимнастика, легкая атлетика и т.п. В то же время возникали трудности для зачисления таких детей в группы начальной подготовки секции тяжелоатлетического спорта из-за решительного противодействия медиков, которые считали, что занятия с тяжестями в детском возрасте могут сказаться на задержке роста и отрицательно воздействовать на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы [3]. Не менее актуальны данные проблемы и в настоящее время. Так, на протяжении многих лет преподаватели и сотрудники Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма осуществляют динамические наблюдения за юными атлетами с 7-18 лет [4-6]. Данная работа, кроме вышеизложенного научного интереса, важна также и для того, чтобы оценить возрастные особенности многолетнего развития детей и подростков, занимающихся тяжелой атлетикой и футболом, от этапа начальной спортивной подготовки до этапа спортивного мастерства в условиях проживания в сельской местности.

Цель исследования: выявить особенности влияния занятий тяжелой атлетикой на возрастную динамику физической работоспособности у одних и тех же спортсменов, проживающих в сельской местности, 7 до 16 лет.

Методы и организация исследования. В исследовании приняло участие следующее количество детей и подростков, проживающих в сельской местности: в экспериментальную группу вошли юные

тяжелоатлеты 7-9 лет – 14 человек, 10-12 лет – 13 человек и 13-16 лет – 12 человек, в контрольную группу вошли юные футболисты с 7 до 9 лет – 16 человек, с 10 до 12 лет – 15 человек и с 13 до 16 лет – 14 человек. За ними осуществлялся педагогический и врачебно-педагогический контроль со стороны как преподавателей-тренеров ДЮСШ им В.Н. Мачуги, так и сотрудников Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. Для расчета показателя физической работоспособности была применена функциональная проба «приседание со штангой на плечах» с использованием следующей формулы A_{170} .

$$A_{170} = A_1 + (A_2 - A_1) \left(\frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

где $A_{170} = PWC_{170} \cdot t$, $A_1 = N_1 \cdot t$ – работа при выполнении первого подхода; $A_2 = N_2 \cdot t$ – работа при выполнении второго подхода.

Исследования проводились следующим образом: каждому испытуемому предлагалось выполнить приседание со штангой на плечах в первом подходе с весом 70% от максимального три раза подряд, а во втором подходе – шесть раз. Интервал отдыха между подходами составлял 2,5-3 мин и позволял частоте пульса прийти к исходному уровню после выполнения упражнения. Высота подъема штанги определялась при помощи гибкой рулетки. Частота сердечных сокращений (ЧСС) регистрировалась при помощи биорадиотелеметрической аппаратуры «Тренер – спортсмен», позволяющей получить информацию в цифровом виде. Непрерывная запись ЧСС проводилась до начала подъема штанги, во время работы и в восстановительном периоде сразу же после выполнения функциональной пробы. Приведем пример расчета показателей физической работоспособности. У тяжелоатлета 16 лет максимальный результат в приседании был равен 100 кг. Длина его тела составляла 165 см. После трехкратного приседания со штангой весом 70 кг ЧСС составляла 120 уд/мин (f_1), а после шестикратного – 145 уд/мин (f_2). Высота подъема

штанги (h) равнялась 0,55 м. Объем тренировочной нагрузки в первом подходе составил $O_1=210$ кг (70 кг•3), а во втором подходе $O_2=420$ кг (70 кг•6). Отсюда $A_1=210$ кг•0,55 м=115,5 кгм и $A_2=420$ кг•0,55 м=231 кгм.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью Т-критерия Стьюдента, все анализируемые данные определялись на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования и их обсуждение. Алгоритмы расчета показателя A_{170}

юных спортсменов представлены на таблицах 1 и 2. Алгоритм расчета A_{170} может быть эффективно использован даже в естественных условиях тренировочного процесса для выявления физических и функциональных возможностей молодых атлетов, и не только в силовых видах спорта. Применение такого упражнения, как приседание со штангой на плечах с весом 70% от максимального, как функциональной пробы, позволяет, не применяя стандартных проб, рассчитать физическую работоспособность с применением обычного калькулятора.

Таблица 1

Алгоритм расчета A_{170} юных тяжелоатлетов

Возраст, лет	n	Вес отягощения (70% от max), кг	Подъем штанги весом 70% от максимального 3 раза за подход			Подъем штанги весом 70% от максимального 6 раз за подход			A_{170} , кгм $M \pm m$
			O_1 , кг	A_1 (OxN), кгм	f_1 , уд/мин $M \pm m$ Исходный фон	O_2	A_2	f_2 , уд/мин $M \pm m$	
7	1 4	16,12	48,36	19,34	99,85±3,15	96,72	38,4	181,05±5,31	33,42±1,2
8	1 4	17,18	51,54	20,62	98,73±3,12	103,08	40,8	180,2±5,25	35,69±1,1 2
9	1 4	22,37	57,11	22,84	87,37±2,89	134,22	59,4	179,35±5,11	53,27±1,4 5
10	1 3	32,53	97,59	43,02	86,48±2,85	198,18	86,4	178,5±5,05	78,42±1,6 7
11	1 3	35,71	107,13	48,21	84,35±2,81	214,26	94,5	177,65±4,98	86,61±2,1 1
12	1 3	38,46	115,38	51,92	83,57±2,76	230,76	102,6	176,8±4,73	95,1±2,48
13	1 2	45,37	136,11	68,06	82,35±2,75	271,22	135	175,95±4,65	127,58±3, 12
14	1 2	50,42	151,26	75,63	81,7±2,70	302,52	150	175,1±4,64	140,68±3, 27
15	1 2	54,83	164,49	90,47	80,63±2,69	328,98	162	174,2±4,53	154,73±3, 84
16	1 2	61,46	187,38	103,06	80,12±2,51	368,76	183	173,4±4,48	176,33±4, 35

Примечание: O_1 и O_2 – объем тренировочной нагрузки, получаемой умножением поднятого веса штанги на количество подъемов; f_1 и f_2 – частота пульса в минуту, зарегистрированная на десятой секунде восстановительного периода после первого и второго подъема штанги с весом 70% от максимального соответственно 3 и 6 раз в одном подходе; N – высота поднятой штанги во время приседания в м; A – работа кгм

Сравнение результатов данных исследований между юными тяжелоатлетами и футболистами позволяет продемонстрировать пример такого расчета с использованием разработанного нами алгоритма. При сравнении средних данных, используемых

для расчета результатов тестирования A_{170} юных тяжелоатлетов и футболистов, мы видим доказательства практической возможности применения данной методики как в ДЮСШ, так и в общеобразовательных учреждениях.

Таблица 2

Алгоритм расчета A_{170} юных футболистов

Возраст, лет	n	Вес отягощения (70% от max), кг	Подъем штанги весом в 70% от максимального 3 раза за подход			Подъем штанги весом в 70% от максимального 6 раз за подход			A_{170} , кгм $\pm m$
			O_1 , кг	A_1 (OxN), кгм	f_1 , уд/мин M \pm m Исходный фон	O_2	A_2	f_2 , уд/мин M \pm m	
7	16	14,12	42,36	16,94	97,74 \pm 2,14	127,08	50,83	179,01 \pm 4,53	45,19 \pm 1,32
8	16	14,32	42,96	17,18	97,62 \pm 2,11	128,88	51,55	178,31 \pm 4,46	41,14 \pm 1,11
9	16	16,17	48,51	19,40	88,26 \pm 2,78	145,53	58,21	177,24 \pm 4,37	55,65 \pm 1,45
10	15	18,53	55,59	25,02	87,37 \pm 2,64	166,77	75,05	176,41 \pm 4,19	64,11 \pm 1,36
11	15	21,74	65,22	29,35	83,24 \pm 2,52	195,66	88,05	175,54 \pm 4,26	70,54 \pm 2,08
12	15	23,81	71,43	32,14	82,46 \pm 2,47	214,29	96,43	174,61 \pm 3,81	91,6 \pm 2,64
13	15	28,46	84,38	37,97	81,24 \pm 2,35	253,14	126,57	173,87 \pm 3,57	121,28 \pm 3,15
14	14	33,73	101,19	50,60	80,6 \pm 2,21	303,57	151,78	172,36 \pm 3,46	147,88 \pm 3,67
15	14	37,72	113,16	56,58	79,52 \pm 2,19	339,48	186,71	176,14 \pm 3,81	167,89 \pm 3,98
16	14	42,36	127,08	63,54	78,11 \pm 2,12	381,24	209,68	171,22 \pm 3,26	211,79 \pm 4,12

Примечание: O_1 и O_2 – объем тренировочной нагрузки, получаемой умножением поднятого веса штанги на количество подъемов; f_1 и f_2 – частота пульса в минуту, зарегистрированная на десятой секунде восстановительного периода после первого и второго подъема штанги с весом 70% от максимального соответственно 3 и 6 раз в одном подходе; N – высота поднятой штанги во время приседания в м; A – работа кгм

Таким образом, функциональная проба «приседание со штангой на плечах в 70% от максимального» вполне соответствует уровню силовой подготовки молодых тяжелоатлетов и их ровесников-футболистов. Частота сердечных сокращений при нагрузке у тяжелоатлетов и футболистов от 7 до 16 лет достоверно не отличались. Однако при расчете показателей физической работоспособности по формуле A_{170} с учетом возраста всех спортсменов были выявлены достоверные различия между

юными тяжелоатлетами и футболистами, в некоторых случаях – с высокой степенью значимости. Результаты сравнительного анализа показателей A_{170} юных спортсменов из сельской местности отражены на таблице 3. Из этой таблицы видно, что из 10 возрастных групп в пяти случаях были зафиксированы достоверные различия в A_{170} , из них – в трех случаях в пользу юных футболистов и в двух случаях – в пользу юных тяжелоатлетов.

Таблица 3

Сравнительные показатели A_{170} юных спортсменов из сельской местности

Воз- раст, лет	Тяжелоатлеты				Футболисты				$\Delta, \%$ M_1- M_2	p M_1- M_2
	n	$M \pm m$	δ	V, %	n	$M \pm m$	δ	V, %		
7	14	33,42±1,2	4,49	13,42	16	40,19±2,32	5,28	11,68	35,2	<0,05
8	14	35,69±1,1 2	4,19	11,74	16	41,14±2,11	8,44	20,52	15,27	<0,05
9	14	53,27±1,4 5***	5,42	10,18	16	55,65±2,45 ***	9,80	17,61	4,47	>0,05
10	13	78,42±1,6 7***	6,01	7,69	15	64,11±2,36	9,13	14,24	45,92	<0,00 1
11	13	86,61±2,1 1**	7,59	8,77	15	70,54±3,08 ***	11,92	16,89	14,28	<0,00 1
12	13	95,1±2,48 *	8,93	9,39	15	91,6±3,64* **	14,09	15,39	3,8/2	>0,05
13	12	127,58±3, 12***	10,8 1	8,46	15	121,28±4,1 5***	16,06	13,24	5,19	>0,05
14	12	140,68±3, 27**	11,3 1	8,04	14	147,88±5,6 7**	21,21	14,34	5,12	>0,05
15	12	154,73±3, 84**	13,2 8	8,59	14	167,89±6,9 8*	26,11	15,55	8,51	>0,05
16	12	176,33±4, 35***	15,0 5	8,54	14	211,79±7,1 2***	26,63	12,57	20,11	<0,00 1

Примечание: * – достоверно при $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – при $p < 0,001$

Что же касается различий в каждой отдельной группе спортсменов, то на этот раз были выявлены весьма заметные достоверные результаты. Рассмотрим их более подробно. Так, у тяжелоатлетов 8 лет по отношению к 7 годам A_{170} увеличилась недостоверно ($p > 0,05$) с $33,42 \pm 1,2$ до $35,69 \pm 1,12$ кгм – на 6,79%, а в 9 лет по отношению к 8 годам достоверно ($p < 0,001$) до $53,27 \pm 1,45$ кгм – на 49,25%, в 10 лет по отношению к предыдущему году достоверно ($p < 0,001$) до $78,42 \pm 1,67$ кгм – на 47,72%, в 11 лет по отношению к предыдущему году достоверно ($p < 0,01$) до $86,61 \pm 2,11$ кгм – на 10,44%, в 12 лет по отношению к 11 году достоверно ($p < 0,05$) до $95,1 \pm 2,48$ кгм – на 9,8%, в 13 лет достоверно ($p < 0,001$) до $127,58 \pm 3,12$ кг – на 34,15%, в 14 лет достоверно ($p < 0,01$) до $140,68 \pm 3,27$ кгм – на 10,26%, в 15 лет достоверно ($p < 0,01$) до $154,73 \pm 3,84$ кгм – на 9,98%, в 16 лет

достоверно ($p < 0,001$) до $176,33 \pm 4,35$ кгм – на 25,34% (рис. 1).

У юных футболистов 8 лет по отношению к 7 годам A_{170} увеличилась недостоверно ($p > 0,05$) с $40,19 \pm 2,32$ до $41,14 \pm 2,11$ кгм – на 2,36%, а в 9 лет по отношению к 8 годам достоверно ($p < 0,001$) до $55,65 \pm 2,45$ кгм – на 35,27%, в 10 лет по отношению к предыдущему году недостоверно ($p > 0,05$) до $64,11 \pm 2,36$ кгм – на 15,2%, в 11 лет по отношению к предыдущему году достоверно ($p < 0,001$) до $70,54 \pm 3,08$ кгм – на 10,03%, в 12 лет по отношению к 11 году достоверно ($p < 0,001$) до $91,6 \pm 3,64$ кгм – на 9,8%, в 13 лет достоверно ($p < 0,001$) до $121,28 \pm 4,15$ кгм – на 27,52%, в 14 лет достоверно ($p < 0,01$) до $147,88 \pm 5,67$ кгм – на 19,33%, в 15 лет достоверно ($p < 0,05$) до $167,89 \pm 6,98$ кгм – на 13,53%, в 16 лет достоверно ($p < 0,001$) до $211,79 \pm 7,12$ кгм – на 26,15%.

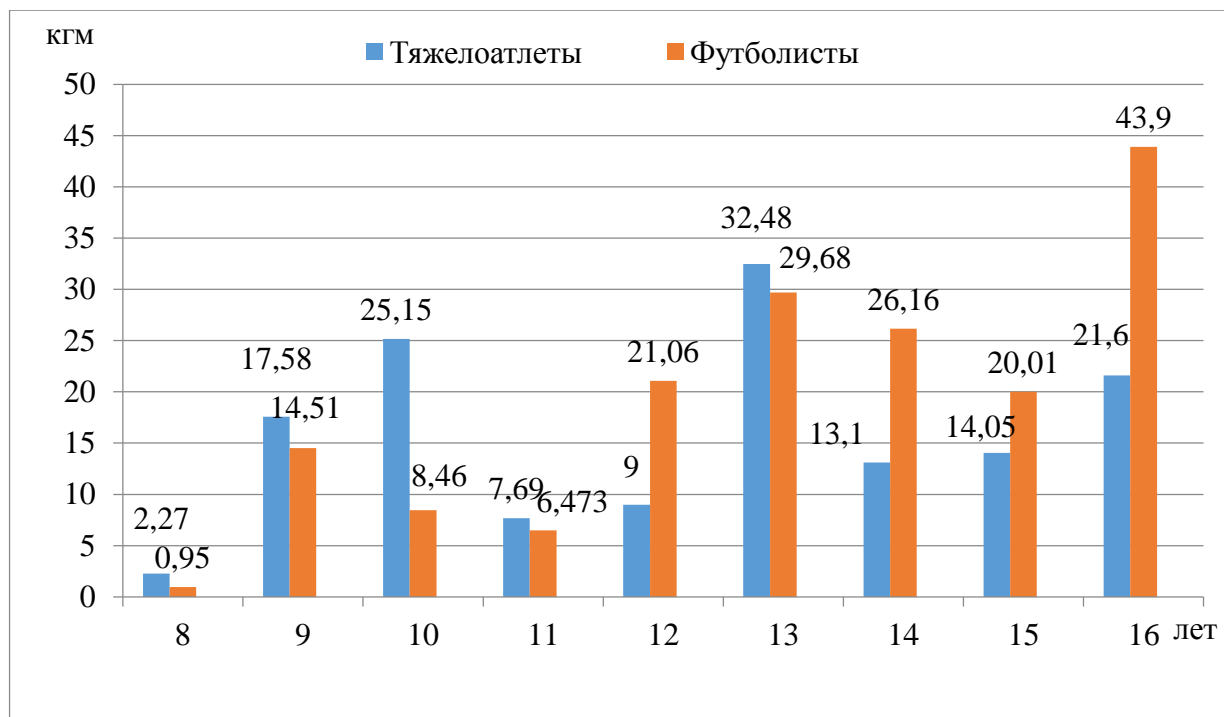


Рис. 1. Показатели прироста A_{170} по отношению к предыдущему возрасту

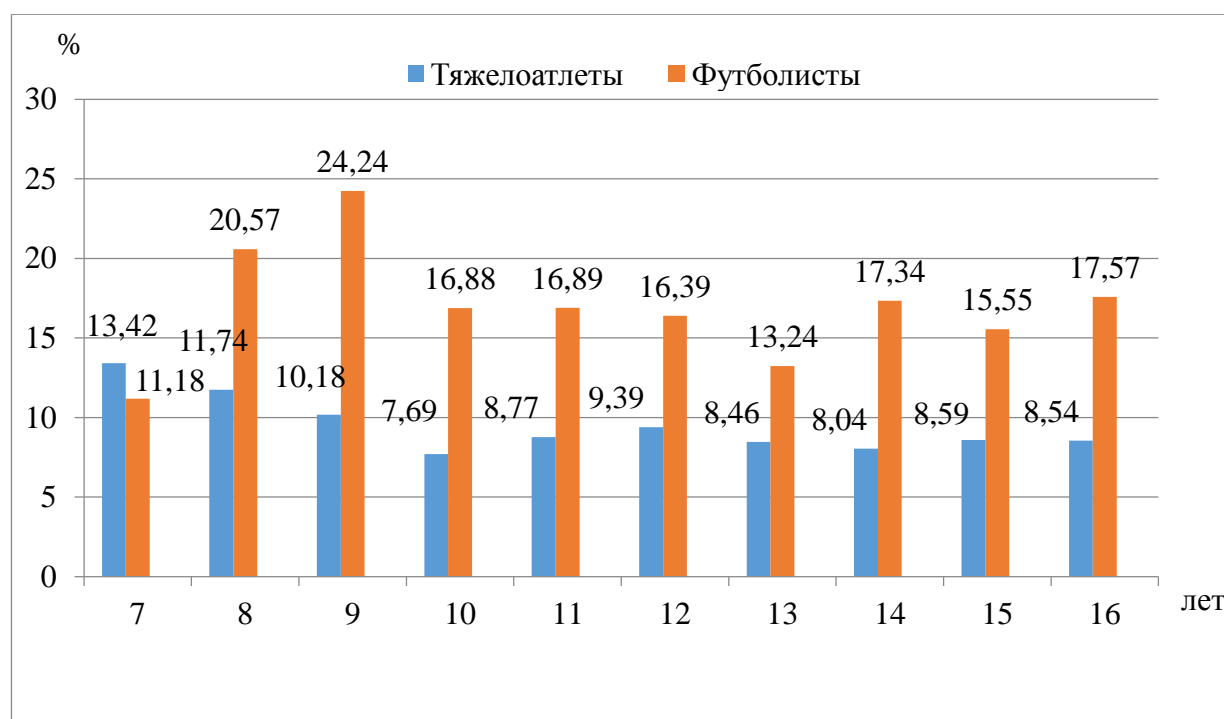


Рис. 2. Показатели коэффициента вариации A_{170} у юных спортсменов из сельской местности

На рисунке 2 представлен материал анализа изменений с возрастом и спортивной специализацией показателя коэффициента вариации (VA_{170}) у юных тяжелоатлетов и футболистов из сельской местности. Следует сказать, что коэффициент вариации характеризует уровень внутригрупповых различий, который

указывает на средние показатели всех участников исследований, в данном случае – показатель физической подготовленности. Чем ниже уровень коэффициента вариации, тем выше средний уровень физической подготовленности и наоборот. Из этого рисунка видно, что в семилетнем возрасте VA_{170} юных тяжелоатлетов была равна 13,42%, а у их сверстников – 11,18%. Это позволяет говорить о том, что на начало анализа внутригрупповой уровень физической работоспособности у юных футболистов был несколько более высокий, чем у их ровесников-тяжелоатлетов. В возрасте восьми лет VA_{170} у тяжелоатлетов снизилась до 11,74%, а у юных футболистов, наоборот, увеличилась до 20,57%. Если в первом случае внутригрупповые различия показателей физической работоспособности уменьшились на 2,24%, то соответственно у восьмилетних футболистов VA_{170} по отношению к семи годам увеличилась на 9,39%, что говорит о более высоком уровне внутригрупповых различий в показателе физической работоспособности, которые оказались выше юных тяжелоатлетов восьми лет на 8,83%.

В девятилетнем возрасте VA_{170} у юных тяжелоатлетов в среднем был равен 10,18%, а у их ровесников-футболистов – 24,24%, что на 14,06% оказалось выше по отношению к тяжелоатлетам. Поэтому, если у юных тяжелоатлетов девяти лет внутригрупповые различия показателей физической работоспособности вновь снизились, то у их ровесников вновь выражено возросли. В 10-летнем возрасте VA_{170} у тяжелоатлетов составила 7,69%, а у их ровесников футболистов – 16,88%. В 11-летнем возрасте VA_{170} тяжелоатлетов достигла 8,17%, а у их ровесников-футболистов – 16,89%. В 12-летнем возрасте VA_{170} была равна 9,39%, а у футболистов того же возраста – 16,39%. В 13-летнем возрасте VA_{170} у тяжелоатлетов составила 9,39%, а у футболистов – 17,34% соответственно. В 14-летнем возрасте VA_{170} у тяжелоатлетов сохранился до минимального уровня и был равен 8,04%, а у футболистов – 17,34%. В 15-летнем возрасте

VA_{170} был равен 8,59% а у футболистов – 15,55%. В 16 лет VA_{170} у юных тяжелоатлетов достиг 8,54%, у футболистов – 17,57%. Итак, средний показатель VA_{170} у тяжелоатлетов был равен 9,42%, а у футболистов – 17,09%.

Таким образом, показатели внутригрупповых различий физической работоспособности у футболистов оказались в среднем на 7,67% выше, чем у их ровесников-тяжелоатлетов. Это позволяет сделать заключение о том, что занятия тяжелой атлетикой одних и тех же мальчиков с 7 до 16-летнего возраста в целом оказывают воздействие на всех юных атлетов, что подтверждается высоким уровнем прироста у них показателей физической работоспособности. В то же время, мы можем предположить, что занятия футболом для одних и тех же мальчиков с 7 до 16 лет оказывают более выраженное воздействие на внутригрупповые различия в темпах и уровне развития физической работоспособности.

Заключение. Предложенная нами модернизированная формула физической работы A_{170} с применением функциональной пробы «приседание со штангой на плечах» позволяет с учетом функциональных и физических возможностей юных спортсменов осуществлять строго индивидуальное планирование тренировочной нагрузки по ее интенсивности и объему как в килограммах, так и в количестве повторений. Кроме того, было убедительно доказано, что разработанная и обоснованная методика применения в экспериментальной группе индивидуализированного метода планирования тренировочной нагрузки на основе показателя A_{170} приводит к более выраженному приросту показателей специальной физической подготовленности юных тяжелоатлетов. Это подтверждается, с одной стороны, ежегодным достоверным увеличением показателя A_{170} с 7 до 16 лет у одних и тех же атлетов, хотя эта динамика в некоторых случаях приобретала выраженный волнообразный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин, Л. С. К физиологическому обоснованию начальной подготовки юных тяжелоатлетов с 13-14-летнего возраста: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук : 03.00.13 / Леонид Самойлович Дворкин. – Свердловск: Свердл. гос. мед. ин-т., 1973. – 35 с.
2. Дворкин, Л. С. Тяжелая атлетика и возраст: Науч.-пед. основы системы многолет. подгот. юных тяжелоатлетов / Л. С. Дворкин. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. – 197 с.
3. Дворкин, Л. С. Научно-педагогические основы системы многолетней подготовки тяжелоатлетов: диссертация ... доктора педагогических наук: 13.00.04 / Леонид Самойлович Дворкин – Свердловск, 1988. – 443 с.
4. Дворкина, Н. И. Подготовка подростков 13-15 лет к сдаче норм комплекса ГТО на основе атлетической гимнастики / Н. И. Дворкина // Материалы международного научно-практического конгресса «Научно-педагогические школы в сфере физической культуры и спорта» посвященного 100-летию ГЦОЛИФК, 30-31 мая 2018 г. – 2018. – С. 396-401.
5. Дворкина, Н. И. Физическая подготовка школьников 10-11 классов к военной службе на основе атлетической гимнастики / Н. И. Дворкина, О. Р. Камфенкель, Е. М. Дмитриченко // Культура физическая и здоровье. – 2019. – № 2 (70). – С. 20-23.
6. Чередица, Т. В. Методика развития силовых способностей у футболистов 15-16 лет на основе памп-тренинга / Т. В. Чередица, Н. И. Романенко

// Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 10(164). – С. 340-343.

REFERENCES

1. Dvorkin L.S. On physiological substantiation of the initial training of young weightlifters, starting from 13-14 years: an author's abstract. Sverdlovsk: Sverdlovsk State Medical University, 1973. 35 p. (in Russ.)
2. Dvorkin L.S. Weightlifting and age (scientific and pedagogical basics of years long training of young weightlifters). Sverdlovsk: Izdatel'stvo Ural. Un-ta 1989, 197 p. (in Russ.)
3. Dvorkin L.S. Scientific and pedagogical basics of years long training of weightlifters: an author's dissertation. Sverdlovsk, 1988. 443 p. (in Russ.)
4. Dvorkina N.I. Preparation of 13-15 years old teenagers to pass the standards of the GTO set on the basis of artistic gymnastics. Materials of the International, Scientific and Practical Congress "Scientific and Pedagogical Schools in the Field of Physical Culture and Sports", dedicated to the 100th anniversary of the SCOLPE, May 10-31, 2018. pp 396-401. (in Russ.)
5. Dvorkina N.I., Kamfenkel O.R., Dmitrichenko E.M. Physical training of schoolboys of 10-11 classes for military service based on artistic gymnastics. *Physical Culture and Health*, 2019, no. 2(70), pp. 20-23. (in Russ.)
6. Cherefinina T.V. Technique of development of strength abilities in preparatory period of female players aged 15-16 years based on pump-training. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2018, no. 10(164), pp. 340-343. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Леонид Самойлович Дворкин – доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

Виталий Игоревич Морозов – магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Leonid Samojlovich Dvorkin – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Vitalij Igorevich Morozov – Master Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Дворкин, Л. С. Оптимизация тренировочных нагрузок юных спортсменов из сельской местности на основе показателя физической работоспособности (A_{170}) / Л. С. Дворкин, В. И. Морозов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_41

For citation: Dvorkin L.S., Morozov V.I. Optimizing training loads of young athletes from rural areas on the basis of the physical performance indicator (A_{170}). *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_41

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_42
УДК 612; 796/799

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_42
UDC 612; 796/799

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ НА ОСНОВЕ ИЗОКИНЕТИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ

Н.И. Дворкина, Ю.Г. Караманов, И.А. Пронина

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»,
г. Краснодар, Россия

Аннотация. На протяжении многих лет осуществляется разработка специальных технических средств, оказывающих наиболее эффективное влияние изокинетической тренировки в достижении высоких спортивных результатов атлетам, занимающимся силовыми видами спорта. Цель исследования: обосновать эффективность методики применения технических средств для выполнения тяжелоатлетических упражнений в изокинетическом режиме атлетами молодого возраста. На протяжении трех месяцев был проведен педагогический эксперимент, направленный на выявление эффективности использования изокинетической тренировки на основе, разработанного технического средства (ТС) для выполнения рывка и толчка штанги двумя руками. Данное ТС позволяет плавно варьировать величину нагрузки в широких пределах в зависимости от индивидуальных особенностей спортсмена в любой точке подъема штанги. В констатирующем педагогическом эксперименте принимала участие группа молодых тяжелоатлетов в возрасте 14-16 лет (2 и 1 разрядов) в количестве 10 человек. Суть эксперимента заключалась в том, что молодые атлеты тренировались в изокинетическом режиме с помощью ТС только при выполнении соревновательного рывка, позволяющего им, не нарушая технику двигательного действия выполнять следующую нагрузку: 1 неделя – 2 тренировочных дня (без ТС), 70% от максимального – соответственно 4-6 повторений в одном подходе; 3 тренировочный день (при помощи ТС), 90% от максимального по 3-5 повторений в одном подходе; вторая неделя – 2 тренировочных дня (без помощи ТС), 80% от максимального – соответственно 4-6 повторений в одном подходе; 3 тренировочный день (при помощи ТС), 100-110% от максимального – по 2-3 повторения в одном подходе. Во всех случаях в одном тренировочном занятии планировалось 4 подхода без учета подходов на разминочные веса штанги. Использование ТС позволило за первые полтора месяца снизить величину помощи при выполнении тяги в рывке штанги, с весом 90% от максимального – на 2,4 кг силы ($p < 0,05$), а через три месяца – на 5,57 кг силы ($p < 0,001$), соответственно с весом 100% от максимального – на 4,59 кг силы ($p > 0,05$) и на 10,1 кг силы ($p < 0,001$) и с весом 110% – на 2,98 кг силы ($p > 0,05$) и на 4,5 кг силы ($p > 0,05$). Соответственно при выполнении подрыва штанги в рывке за первые полтора месяца подростки снизили величину помощи при подъеме штанги равной 90% от максимального – на 4,3 кг силы ($p < 0,05$), а через три месяца – на 8,76 кг силы ($p < 0,001$), соответственно при подъеме штанги в 100% от максимального через 1,5 месяца – на 6,1 кг силы ($p < 0,05$) и через три месяца – на 10,9 кг силы ($p < 0,001$); при подъеме штанги 110% – на 4,98 кг силы ($p > 0,05$) и через три месяца – на 9,89 кг силы ($p < 0,01$).

Ключевые слова: изокинетическая тренировка, режимы мышечных сокращений, техническое средство, подростки, рывок.

EFFICIENCY OF PERFORMING WEIGHTLIFTING EXERCISES IN ADOLESCENCE BASED ON ISOKINETIC TRAINING

N.I. Dvorkina, Yu.G. Karamanov, I.A. Pronina

Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Annotation. The development of specific technology that has the most effective influence of isokinetic training on achieving high athletic results by athletes, engaged in power sports, has been going on for many years. The purpose of this study was to substantiate the efficiency of

using the technology for the weightlifting exercise performance in the isokinetic mode by young athletes. For three months, we have conducted a pedagogical experiment aimed at identifying the efficiency of the isokinetic training, based on the developed technology for the performance of the clean and jerk, snatch. This technology allows to modulate the amount of loads smoothly, depending on individual features of an athlete at any point of the barbell's pull. A group of young weightlifters aged 14-16 years (10 people, 1 and 2 class) participated in the study. The main point was that young athletes trained in the isokinetic mode with the aforementioned technology only when performing the snatch. It allowed them, without violating the motor action, to perform following loads: 1st week – 2 training days (without the technology), 70% of the max load, 4-6 repeats in one attempt; 3rd training day (with the technology), 90% of the max, 3-5 repeats; 2nd week – 2 training days (without the technology), 80% of the max, 4-6 repeats; 3rd day (with the technology), 100-110% of the max, 2-3 repeats. In all cases, 4 repeats were planned in one training session, not taking into account warm-up repeats. For the first month and a half, application of the technology allowed us to decrease help during performance of the snatch in the pull phase with the weight of 90% of the max – by 2.4 kg of force ($p < 0.05$), three months after – by 5.57 kg ($p < 0.001$); with the weight of 100% of the max – by 4.59 kg ($p > 0.05$) and 10.1 kg ($p < 0.001$), respectively; with the weight of 110% – by 2.98 kg ($p > 0.05$) and 4.5 kg ($p > 0.05$), respectively. When performing the snatch phase, the teens were also able to decrease the amount of help equal to 90% of the max – by 4.3 kg of force ($p < 0.05$), three months after – by 8.76 kg ($p < 0.001$); 100% of the max – by 6.1 kg ($p < 0.05$) and 10.9 kg ($p < 0.001$), respectively; 110% of the max – by 4,98 kg ($p > 0.05$) and 9.89 kg ($p < 0.01$), respectively.

Keywords: isokinetic training, muscle contraction modes, technology, teens, snatch.

Введение. В тяжелоатлетическом спорте официально утверждены два классических (соревновательных) упражнения – рывок и толчок двумя руками. Во время подъема штанги в этих упражнениях атлету приходится включать основные виды работы скелетных мышц в различных сочетаниях, а именно – изометрический и динамический. В свою очередь, динамическая работа скелетных мышц выполняется в концентрическом (преодолевающем режиме) и эксцентрическом (уступающем режиме). Но во всех случаях выше отмеченные режимы двигательной деятельности тяжелоатлетов будут наиболее эффективны, если они сочетаются с изокINETической тренировкой на основе применения специальных технических средств [1-2], в частности, разработанное нами устройство для технической и физической подготовки молодых атлетов в рывке и толчке [3].

Теоретический анализ научных трудов показал, что для развития силы изокINETическая тренировка в эксцентрическом режиме сокращения мышц более эффективна, чем изокINETическая тренировка в концентрическом режиме. Рядом авторов

также было установлено, что изокINETическая тренировка в концентрическом режиме более эффективна по сравнению с изокINETической тренировкой в эксцентрическом режиме при развитии силы мышц в действиях, где используется концентрический режим сокращения мышц [4-5]. Однако эти выводы не были подкреплены специальными техническими средствами для осуществления изокINETической тренировки, так как использовались относительно простые силовые упражнения для женщин, например, гантели. Что же касается использования изокINETической тренировки в тренировочном процессе тяжелоатлетов подросткового возраста, данных об этом в научных работах последних лет мы не обнаружили. Итак, как было указано выше, при выполнении соревновательных тяжелоатлетических упражнений происходит обязательное сочетание не только динамических режимов работы (концентрических и эксцентрических), но и изометрического режима.

Следует остановиться еще на одной проблеме применения изокINETической тренировки в условиях подъема штанги в рывке и толчке. ИзокINETический режим при

выполнении таких скоростно-силовых упражнений, как рывок и толчок, предполагается приложение силы к объекту, который движется с фиксированной скоростью, т.е. когда скорость движения конечностей поддерживается устройством с контролем скорости. Эта «...форма упражнений наиболее часто используется высококвалифицированными спортсменами и требует специализированного оборудования» [4]. Поэтому на протяжении многих лет мы осуществляли разработку специальных технических средств, которые позволяют оказывать воздействие на процесс достижения максимальных спортивных результатов при выполнении атлетами молодого возраста упражнений с отягощениями.

Цель исследования: обосновать эффективность методики применения технических средств (ТС) для выполнения тяжелоатлетических упражнений атлетами молодого возраста в изокинетическом режиме.

Методы и организация исследования.

Суть разработанного ТС, которое было использовано в педагогическом эксперименте, заключалась в том, что во время подъема штанги спортсмену своевременно оказывалась дозированная и равномерная помощь, но лишь в том случае, если возникала в этом необходимость. Такой методический подход позволил качественно совершенствовать специальные силовые способности молодых атлетов в изокинетическом режиме, если:

а) спортсмен объективно физически и технически был готов поднять максимальный для себя вес штанги, но психологически не был в этом уверен («боязнь» веса у молодых атлетов);

б) наблюдалась устойчивая тенденция нарушения техники выполнения соревновательных упражнений при подъеме штанги от среднего до максимального веса;

в) для увеличения специальных физических возможностей атлета необходимо было выполнить значительно более высокую

нагрузку на больших или даже максимальных весах штанги, чем это можно было бы сделать в обычных условиях.

Педагогический эксперимент проводился в течение трех месяцев, в нем приняли участие тяжелоатлеты в возрасте 14-16 лет (2 и 1 разряда) в количестве 10 человек. Молодые атлеты тренировались в изокинетическом режиме с помощью ТС только при выполнении соревновательного рывка со следующей нагрузкой: 1 неделя – 2 тренировочных дня (без ТС), 70% от максимального – соответственно 4-6 повторений в одном подходе; 3 тренировочный день (при помощи ТС), 90% от максимального – по 3-5 повторений в одном подходе; вторая неделя – 2 тренировочных дня (без помощи ТС), 80% от максимального – соответственно 4-6 повторений в одном подходе; 3 тренировочный день (при помощи ТС), 100-110% от максимального – по 2-3 повторения в одном подходе. Во всех случаях в одном тренировочном занятии планировалось 4 подхода без учета разминочных весов штанги.

Характеристика эффективности применения изокинетического режима осуществлялась на основе анализа абсолютного и относительного прироста результатов в экспериментальных упражнениях по отношению к исходному показателю через 1,5 и 3 месяца.

На рисунке представлено ТС для тренировки тяжелоатлетов в изокинетическом режиме.

Устройство содержит электродвигатель 1 постоянного тока независимого возбуждения, подключенный к регулируемому источнику тока 2, функции которого выполняет нереверсивный управляемый тиристорный выпрямитель.

Сигнал задания величины усилия сопротивления, или, что то же самое, величины выходного тока преобразователя, поступает на управляющий вход регулируемого источника тока 2 от задающего элемента 3 потенциометра. Электродвигатель 1 соединен с валом 4, на котором расположены два

канатоведущих шкива 5 с закрепленными на них одними концами тросов 6, и другими концами с грифом штанги 7. Устройство размещено в полом коробе 8, на котором размещен пульт управления и дозировки нагрузки с цифровой индикацией 9. Спортсмен 10 выполняет упражнение со штангой 7, стоя на деревянном помосте 11. Вал 4 закреплен с одной стороны с опорой 12, а с другой – с электродвигателем 1.

Таким образом, использование данного устройства позволяет тренеру рационально дозировать нагрузки для штангиста. Например, атлет на тренировке уверенно поднимает штангу в приседании с весом 85% от максимального 3-4 раза подряд, но не может по разным причинам (из-за

ошибок в технике движения, неуверенности в своих силах или просто боязни веса) за один подход осилить вес штанги в 95-100% от максимального. В этом случае тренер использует ТС для спортсмена, оказывая при подъеме штанги помощь не менее 20% от максимального результата. К примеру, если максимальный вес штанги в приседании для него должен быть 90 кг, то 20% составит 18 кг. Следовательно, реально атлет при помощи устройства будет поднимать вес штанги не 90 кг, а $90 - 18 = 72$ кг. По мере адаптации спортсмена к весу величина помощи ТС может снижаться до 15, 10, 5 и 0%, что приводит к твердому навыку атлета в выполнении подъема веса штанги 90 кг.

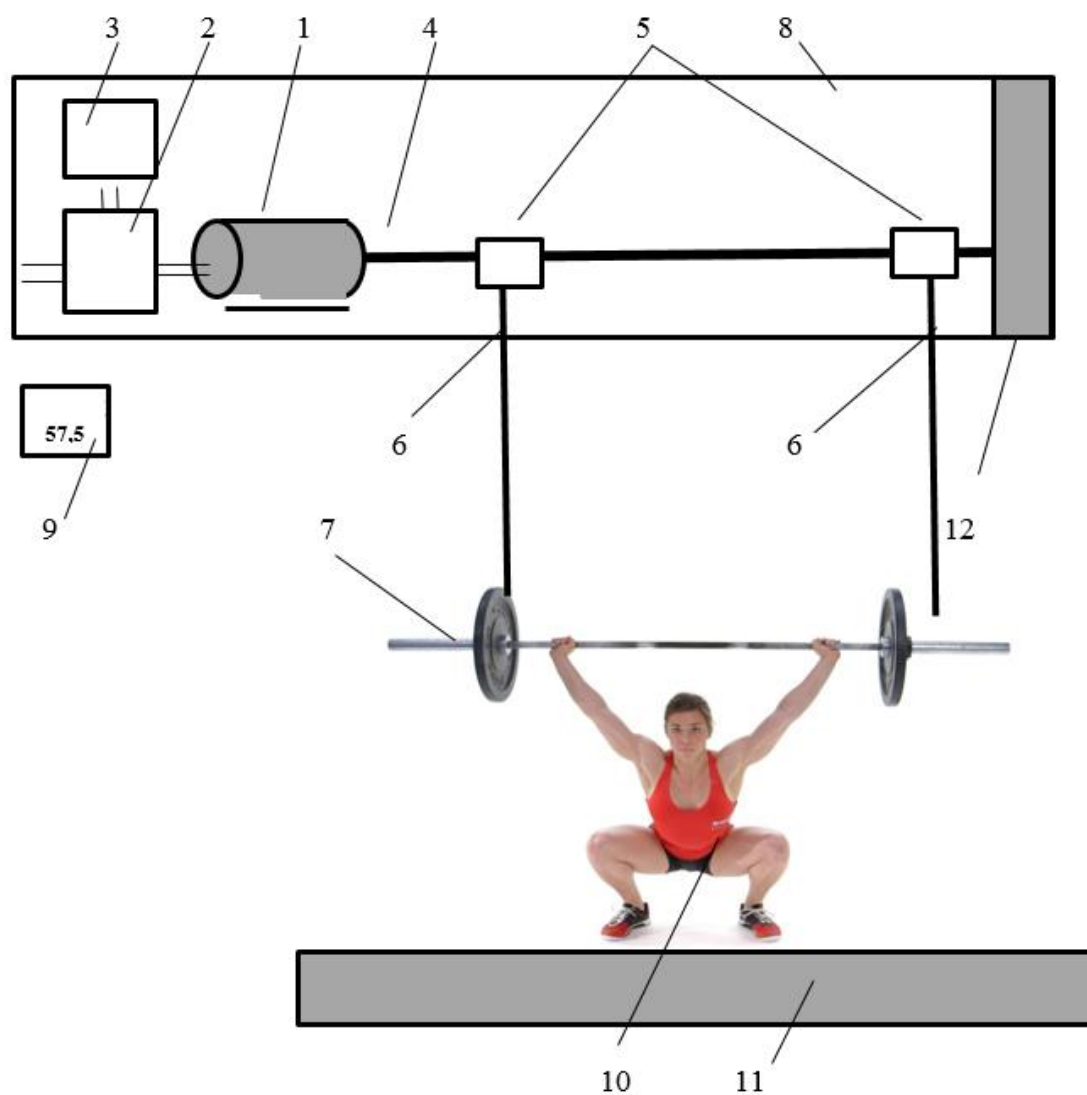


Рис. Техническое средство для тренировки рывка в изокинетическом режиме

Статистическая обработка данных проводилась с помощью Т-критерия Стьюдента, все анализируемые данные определялись на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования и их обсуждение. Для молодого атлета подросткового возраста поднять штангу весом в 90% и более от максимального задача часто невыполнимая, поэтому они могли ее решить, как указано в разделе «Методы и организация исследования», только при помощи ТС в условиях изокинетической тренировки, а именно:

1. На первом этапе исследования – в первые четыре недели тренировки величина помощи тренажера при подъеме штанги

90% от максимального (3-4 раза) составляла в среднем 10% от максимального, помощь при подъеме штанги весом 100% (3 раза подряд) – 20%, 110% (2 раза подряд) – 30%.

2. Во время второго этапа исследования (вторые четыре недели) величина помощи при выполнении рывка с весом штанги в 90% уменьшилась до 5% от максимального, 100% – на 10%, 110% – на 15%.

3. На третьем этапе исследования (третьи четыре недели) помощь соответственно уменьшилась при выполнении рывка с весом штанги в 90% до 0% от максимального, 100% – на 5%, 110% – на 10%.

На таблице представлены результаты анализа изменений средних показателей величины помощи тренажера при выполнении рывка молодыми атлетами.

Таблица

Средние показатели величины помощи ТС при выполнении рывка атлетами 14-16 лет (n=10), кг силы

Вес штанги и в % от мах	Исходные данные исследования M±m		Через 1,5 месяца. M±m		Через 3 месяца M±m	
	тяга	подрыв	тяга	подрыв	тяга	подрыв
90	9,81±0,77	14,63±1,70	7,41±0,63*	10,32±0,80*	4,24±0,42***	5,87±0,73***
100	19,21±1,90	24,32±2,13	14,62±1,31*	18,25±1,64*	9,12±0,87***	13,42±1,13**
110	24,21±2,62	27,21±2,32	21,31±1,42	22,23±1,41	19,71±1,21	17,32±1,61**

Примечание: * – различия достоверны при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$; *** – при $p < 0,001$

Итоги эффективности применения ТС в условиях изокинетической тренировки молодых атлетов в рывке оцениваются не только по величине снижения помощи при подъеме штанги различной дозировки, но и по стремлению добиться минимального уровня за трехмесячный период исследования, когда сам атлет без помощи ТС сумеет выполнить подъем такого веса штанги, какой он не мог осилить до педагогического эксперимента. Рассмотрим результаты данного анализа по двум фазам – тяге и подрыве штанги в рывке.

Фаза тяги. В этой фазе атлету придется преодолевать сопротивление веса штанги в фазе старта изометрического характера, а затем, переходя в фазу тяги за

счет динамического напряжения концентрического характера, осуществлять подъем штанги до уровня бедер ног. Итак, из таблицы видно, что при выполнении 3-4-разового подъема штанги в рывке на 90% весе в среднем помощь ТС на первом (исходном) тестировании в фазе тяги составила $9,81 \pm 0,71$ кг силы, при трехразовом подъеме штанги на 100% весе – $19,21 \pm 1,90$ кг силы, при двухразовом подъеме штанги на 110% весе от максимального – $24,21 \pm 2,62$ кг силы; соответственно через 1,5 месяца величина помощи ТС при выполнении рывка в фазе тяги штанги весом 90% от максимального снизилась до $7,41 \pm 0,63$ кг силы ($p < 0,05$), 100% – до $14,62 \pm 1,31$ ($p > 0,05$), 110% – до $21,31 \pm 1,42$ кг силы ($p > 0,05$), через

три месяца при весе штанги 90% от максимального – до $4,24 \pm 0,42$ кг силы ($p < 0,001$), 100% – до $9,12 \pm 0,87$ кг силы ($p < 0,001$), 110% – до $19,71 \pm 1,21$ кг силы ($p > 0,05$).

Фаза подрыва. Эта фаза начинается сразу же после завершения подъема штанги в тяге до уровня бедер за счет максимального быстрого выпрямления ног в коленном и туловища в тазобедренном суставах. Рассмотрим изменения величины помощи, которая оказывалась при выполнении фазы подрыва с помощью ТС. При выполнении 3-4-разового подъема штанги в рывке на 90% весе во время подрыва в среднем помощь ТС на первом (исходном) тестировании составила $14,63 \pm 1,70$ кг силы, при трехразовом подъеме 100% веса штанги – $24,32 \pm 2,13$ кг силы, при двухразовом подъеме штанги в 110% от максимального – $27,21 \pm 2,32$ кг силы; соответственно через 1,5 месяца величина помощи ТС при выполнении рывка в фазе подрыва штанги весом 90% от максимального снизилась до $10,32 \pm 0,80$ кг силы ($p < 0,05$), 100% – до $18,25 \pm 1,64$ кг силы ($p < 0,05$) и 110% – до $22,23 \pm 1,41$ кг силы ($p > 0,05$), через три месяца при весе штанги 90% от максимального – до $5,87 \pm 0,73$ кг силы ($p < 0,001$), 100% – до $13,42 \pm 1,13$ кг силы ($p < 0,001$) и 110% – до $17,32 \pm 1,61$ кг силы ($p < 0,01$).

Заключение:

1. Разработанное устройство для тренировки тяжелоатлетов позволяет повысить эффективность освоения молодыми спортсменами более высоких тренировочных нагрузок при выполнении рывка штанги двумя руками (от 90 до 110% от максимального) на основе использования изокинетического метода занятий за счет того, что данное устройство позволяет в любой момент времени без остановки выполнения упражнения (в данном случае рывка) изменять по усмотрению тренера силу сопротивления снаряда, чтобы обеспечить

эффективное выполнение упражнения за счет оказания реальной и дозируемой помощи.

2. Использование технического средства позволило за первые полтора месяца достоверно снизить величину помощи при выполнении рывка штанги, равной 90% от максимального, в фазе тяги на 2,4 кг силы ($p < 0,05$), а через три месяца – на 5,57 кг силы ($p < 0,001$), соответственно при выполнении рывка штанги, равной 100% от максимального, недостоверно – на 4,59 кг силы ($p > 0,05$) и на 10,1 кг силы достоверно ($p < 0,001$), равной 110% недостоверно – на 2,98 кг силы ($p > 0,05$) и недостоверно – на 4,5 кг силы ($p > 0,05$). Следовательно, из шести сравниваемых показателей различия в тяге у подростков в три оказались недостоверными. Это позволяет говорить о том, что в этой фазе они испытывают наибольшие трудности при выполнении подъема штанги в рывке.

3. Использование технического средства позволило за первые полтора месяца достоверно снизить величину помощи при выполнении рывка штанги, равной 90% от максимального в фазе подрыва, достоверно – на 4,3 кг силы ($p < 0,05$), а через три месяца достоверно – на 8,76 кг силы ($p < 0,001$), соответственно при выполнении рывка штанги, равной 100% от максимального, достоверно – на 6,1 кг силы ($p < 0,05$) и на 10,9 кг силы ($p < 0,001$), равной 110%, недостоверно – на 4,98 кг силы ($p > 0,05$) и достоверно – на 9,89 кг силы ($p < 0,01$). Таким образом, из шести сравниваемых показателей различие в фазе подрыва только в одном случае оказалось недостоверным, что говорит о наиболее благоприятном влиянии изокинетической тренировки на молодых атлетов 14-16 лет при выполнении подъема штанги в рывке, когда требуется проявление взрывной силы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент N 1388064 Российская Федерация, МПК А63В 21/00 (2000.01) Устройство для тренировки штангистов: N 4071953: заявлено 28.05.1986: опубл. 15.04.1988 / Черкесов Ю. Т.

2. Higbie, E.J. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation / E.J. Higbie, K.J. Cureton, G.L. Warren III, B.M. Prior // Journal of Applied

Physiology, 1996. – Vol. 81. – № 5. – pp. 2173-2218.

3. Дворкин, Л. С. Устройство для тренировки тяжелоатлетов в изокинетическом режиме / Л. С. Дворкин, Н. И. Дворкина // Актуальные вопросы физической культуры и спорта. – 2018. – Т. 20. – С. 13-18.

4. Возрастные особенности функционирования нервно-мышечной системы юных тяжелоатлетов / Л.С. Дворкин, Н.И. Дворкина, С.В. Фомиченко, С.И. Попова // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 2. – С. 30-32.

5. Самсонова, А. В. Обоснование механизмов гипертрофии скелетных мышц человека с позиций системного подхода / А. В. Самсонова // Матер. Междун. научн. конференции «Проблемы спортивной кинезиологии». – Малаховка, 2009. – С. 28-31.

REFERENCES

1. Cherkesov Yu.T. Training device for weightlifters. Patent for invention RF 1388064 C1, 1988. (in Russ.)

2. Higbie, E.J. Cureton K.J., Warren III G.L., Prior B.M. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of Applied Physiology*, 1996, vol. 81, no. 5, pp. 2173-2218.

3. Dvorkin L.S. Dvorkina N.I. An isokinetic exercise machine for weightlifting training. *Actual Issues of Physical Culture and Sports*, 2018, vol. 20, pp. 13-18. (In Russ.)

4. Dvorkin L.S., Dvorkina N.I., Fomichenko S.V., Popova S.I. Junior weightlifters' age-specific neuro-muscular system performance profiling study. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2018, no. 2, pp. 30-32. (in Russ.)

5. Samsonova, A.V. Substantiation of the mechanisms of human skeletal muscle hypertrophy from the standpoint of a systematic approach. Materials from the International Scientific Conference "Problems of Sports Kinesiology". Malakhovka, 2009. pp. 28-31. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наталья Ивановна Дворкина – доктор педагогических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

Юрий Георгиевич Караманов – магистрант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

Ирина Александровна Пронина – студентка, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natal'ya Ivanovna Dvorkina – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Yurij Georgievich Karamanov – Master Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Irina Aleksandrovna Pronina – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Дворкина, Н. И. Эффективность выполнения тяжелоатлетических упражнений в подростковом возрасте на основе изокинетической тренировки / Н. И. Дворкина, Ю. Г. Караманов, И. А. Пронина // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_42

For citation: Dvorkina N.I., Karamanov Yu.G., Pronina I.A. Efficiency of performing weightlifting exercises in adolescence based on isokinetic training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_42

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_43
УДК 796.012.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_43
UDC 796.012.6

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У МУЖЧИН РАЗНОГО ВОЗРАСТА

А.В. Доронцев¹, Л.Н. Порубайко², Н.А. Зинчук³, О.В. Морозова³

¹Астраханский государственный медицинский университет, г. Астрахань, Россия

²Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

³Астраханский государственный университет, г. Астрахань, Россия

Аннотация. Занятия с использованием спортивных тренажеров и свободных весов входят в структуру силовой подготовки во многих видах спорта, что в свою очередь привело к созданию фитнес индустрии с широким спектром оказания физкультурно-оздоровительных услуг населению. В тоже время возникла необходимость дифференцировать физическую нагрузку, особенно силового характера, в зависимости от возраста, пола и наличия хронических заболеваний у занимающихся. Занятия силовыми упражнениями, характеризующиеся многократными двигательными действиями субмаксимального мышечного напряжения, существенным образом влияют на развитие силовых качеств, формируют осанку, укрепляется мышечно-связочный аппарат, повышается функциональная лабильность нервно-мышечной системы. В зависимости от структуры учебно-тренировочных занятий повышается регуляторно-адаптационный потенциал кардиореспираторной системы. В то же время существуют риски развития дезадаптационных реакций организма на неадекватную нагрузку силового характера, которая проявляется в виде патологических реакций сердечно-сосудистой системы, травм опорно-двигательного аппарата, психологического стресса. Принимая во внимание актуальность проблемы, было проведено исследование влияния занятий силовыми упражнениями на мужчин различных возрастных групп. В исследовании приняли участие 29 человек (мужчины от 29 до 49 лет). В качестве материала для работы были использованы результаты контрольных упражнений для определения уровня развития силовых показателей, тесты функциональных проб. Методы исследования: анализ профильной отечественной и зарубежной литературы, контрольные тесты развития силовых качеств, функциональные пробы с использованием велоэргометра Орторент вело. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием стандартных пакетов (Microsoft USA). Достоверность различий исследуемых показателей устанавливали с помощью общепринятых методов математической статистики. В результате исследования были получены достоверные данные об ответной реакции организма занимающихся различных возрастных групп на физическую нагрузку силового характера.

Ключевые слова: силовые упражнения, ответная реакция на нагрузку, развитие силовых качеств, возрастные группы, индекс массы тела, резервный потенциал.

STUDYING THE INFLUENCE OF STRENGTH EXERCISES ON THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES IN MEN OF DIFFERENT AGES

A.V. Dorontsev¹, L.N. Porubajko², N.A. Zinchuk³, O.V. Morozova³

¹Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

²Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

³Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

Annotation. Classes with the use of sports training devices and free weights are included in the structure of strength training in many sports, which in turn led to the creation of fitness industry with a wide range of physical education and health-improving services to the population. At the same time, it became necessary to differentiate physical activity, especially of a strength nature, depending on age, gender and the presence of chronic diseases in those involved. Strength exercises, characterized by multiple motor actions of submaximal muscle tension, significantly affect

the development of strength qualities, form posture, strengthen the muscular-ligamentous apparatus, and increase the functional lability of the neuromuscular system. Depending on the structure of educational and training classes, the regulatory and adaptive potential of the cardiorespiratory system increases. At the same time, there are risks of the development of maladaptive reactions of the body to an inadequate load of a strength nature, which manifests itself in the form of pathological reactions of the cardiovascular system, injuries of the musculoskeletal system, and psychological stress. Taking into account the urgency of the problem, a study was made on the effect of strength exercises on men of different age groups. The study involved 29 people (men, 29 to 49 years old). As a material for the study, we used the results of control exercises to identify the level of development of strength indicators, as well as functional tests. Research methods: analysis of specialized domestic and foreign literature, control tests for the development of strength qualities, functional tests with the Ortorent velo stationary bicycle. Statistical processing of the obtained data was carried out using standard packages (Microsoft USA). The significance of the differences in the studied parameters was established using generally accepted methods of mathematical statistics. As a result, reliable data were obtained on the response of the body of people of different age groups, involved in physical activity of a strength nature.

Keywords: strength exercises, load response, development of strength qualities, age groups, body mass index, reserve potential.

Введение. Для определения интенсивности и объема тренировочных занятий силового характера целесообразно определить не только уровень начальной физической подготовленности, возраст, но и в первую очередь наличие хронических заболеваний и уровень функциональных резервов [1-3]. Занятия физическими упражнениями высокой интенсивности в старшем возрасте может спровоцировать стресс-реакцию организма на неадекватную физическую нагрузку в виде патологической реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем [4-6]. Дифференцированная по возрасту физическая нагрузка позволяет снизить риски травм опорно-двигательного аппарата, оказывать положительное влияние на развитие физических качеств [7]. Учет морфофункциональных возрастных изменений жизненно важных систем организма человека является одним из основных аспектов составления структуры учебно-тренировочных занятий для лиц старшего возраста [8-9]. Исследователи, ссылаясь на экспериментальные данные, отмечают, что занятия на силовых тренажерах существенным образом снижают риски спортивного травматизма по сравнению с использованием свободных весов [10-11]. Особое внимание при занятиях силовыми видами спорта необходимо уделять лицам

старшего возраста, как правило, имеющих хронические заболевания суставов и периартикулярных тканей, дегенеративные поражения как суставов синовиального типа, так и межпозвонковых [12]. Учитывая популярность регулярных занятий физическими упражнениями, в том числе силового характера, нами было проведено исследование ответной реакции организма на силовую нагрузку у мужчин различных возрастных групп.

Методы и организация исследования. В исследование были включены 29 мужчин 29-49 лет, прошедших плановый медицинский осмотр и допущенных к занятиям физической культурой и спортом, кроме соревновательной деятельности. Из обследуемого контингента были сформированы учебно-тренировочные группы ($n_1=15$) 29-38 лет; вторая группа ($n_2=14$) – 39-49 лет. Занятия проводились 3 раза в неделю по 1,5-2 часа. В ходе работы проводился анализ результативности использования силовых упражнений для развития силовых качеств в двух возрастных группах. Для эффективности оценки регулярных занятий с применением силовых тренажеров и свободных весов были использованы контрольные тесты развития силовых качеств. Расчет максимальных показателей в выполнении силовых упражнений проводился с

использованием формулы Эпли (Epley): 1-разовый максимум = $(M * k)/30+M$, (где M – вес штанги [отягощения], k – количество повторений с данным весом). Согласно протоколу исследования, в исследуемых возрастных группах определялось абсолютное и относительное развитие силовых показателей, а также их динамика в течение 6 месяцев наблюдения. Математическая обработка полученных результатов осуществлялась по общепринятым методикам.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице отражены изменения уровня развития силовых показателей основных мышечных групп, за основу принимали рабочий тренировочный вес отягощения на 8-10 повторений, становая тяга фиксировалась по динамометру. В целях снижения рисков спортивного травматизма, приседания со штангой были заменены на жим ногами под углом 45% на силовом тренажере DEKA SPORT 300.

Как видно из таблицы, первоначальное тестирование имело существенное различие в упражнениях «жим лежа» и «подтягивание на перекладине», в остальных контрольных упражнениях значимых различий не установлено. В ходе исследования на 6 месяце занятий в двух группах наблюдалось достоверное повышение уровня развития силовых качеств в группе ($n_1=15$) наблюдался рост рабочих весов в жиме лежа на $44,7 \pm 3,6\%$ ($p < 0,027$; $r = 0,671$), в жиме ногами на $90,2 \pm 8,2\%$ ($p < 0,019$; $r = 0,710$), в упражнении на силовую выносливость мышц брюшного пресса результат повысился на $58,3 \pm 4,4\%$ ($p < 0,025$; $r = 0,633$), в упражнении подтягивание на перекладине на $38,2 \pm 3,3\%$ ($p < 0,034$; $r = 0,520$), В группе ($n_2=14$) повышение результатов в жиме лежа составило $42,8 \pm 9,2\%$ ($p < 0,029$; $r = 0,655$), в жиме ногами – $41,9 \pm 7,5\%$ ($p < 0,031$; $r = 0,614$), силовая выносливость мышц брюшного пресса повысилась на $28,3 \pm 3,1\%$ ($p < 0,043$; $r = 0,471$).

Таблица
Динамика развития силовых показателей основных мышечных групп и индекса массы тела

Показатели	($n_1=15$) Начало исследования	($n_1=15$) Окончание исследования	($n_2=14$) Начало исследования	($n_2=14$) Окончание исследования
1. Жим лежа (горизонт), 8-10 повторений (кг.)	$43,7 \pm 6,5$	$79,1 \pm 6,9$	$37,4 \pm 4,6$	$64,8 \pm 5,0$
2. Жим ногами под углом 45%, 8-10 повторений (кг.)	$84,1 \pm 7,6$	$160,1 \pm 9,4$	$75,6 \pm 8,3$	$130,5 \pm 7,7$
3. Сгибание туловища, руки за головой за 1 мин (количество повторений)	$23,6 \pm 4,4$	$37,4 \pm 3,9$	$17,2 \pm 3,6$	$24,1 \pm 3,8$
4. Становая тяга (кг)	$95,4 \pm 9,7$	$98,1 \pm 5,9$	$90,3 \pm 7,5$	$93,1 \pm 5,3$
5. Подтягивание на перекладине (количество повторений)	$6,1 \pm 2,5$	$10,5 \pm 2,3$	$4,2 \pm 1,9$	$4,5 \pm 2,0$
6. Индекс массы тела (ИМТ)	$23,7 \pm 2,1$	$24,6 \pm 3,4$	$29,4 \pm 3,8$	$28,8 \pm 3,0$

Особого внимания заслуживает анализ взаимосвязи ИМТ и развития силовой выносливости, что наблюдалось в результативности выполнения упражнений, требующих большого количества повторений >20. Так, в упражнении на развитие мышц брюшного пресса в группе ($n_1=15$) повысился на $58,3\pm 4,4\%$ (ИМТ – $24,6\pm 3,4$), в группе ($n_2=14$) рост показателей составил $28,3\pm 3,1\%$ (ИМТ – $28,8\pm 3,0$) в упражнении «подтягивание на перекладине», в группе с высоким ИМТ достоверных изменений не наблюдалось. Избыточный вес занимающихся ассоциировался с высокой утомляемостью, которая возникала при выполнении двигательных заданий, требующих большого количества повторений. При проведении функциональной пробы на велоэргометре Орторент вело было выявлено, что у мужчин группы ($n_2=14$) с $ИМТ\geq 29\pm 2,2$ на 4 минуте тестирования при нагрузке 120 ± 20 Вт наблюдалось достижение гемодинамических показателей: частота сердечных сокращений (ЧСС) $>130,4\pm 5,7$ уд/мин, систолическое артериальное давление (САД) – $143\pm 5,9$ мм рт. ст., диастолическое артериальное давление (ДАД) – $87,1\pm 5,5$ мм рт. ст. против ЧСС $>116,4\pm 8,9$ уд/мин. САД – $133\pm 4,3$ мм рт. ст., ДАД – $82,6\pm 4,3$ мм рт. ст. с $ИМТ\leq 24,2\pm 3,1$ в группе ($n_1=15$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чичкова, М. А. Влияние адаптивных нагрузок на параметры сердечно – сосудистой системы у пациентов с малыми аномалиями развития сердца и врожденной нейросенсорной тугоухостью. / М. А. Чичкова, А. А. Светличкина, М. А. Чичков // Астраханский медицинский журнал. – 2020. – № 1(15). – С. 28-35.
2. The problem of prevention and correction of posture disorders with the help of orderly muscle activity: A literature review / E. Raspopova, S. Shmeleva, I. Mikhaylova, O. Rysakova // Bali Medical Journal. – 2020. – № 9(3). – pp. 619-623.
3. Zavalishina, S. Yu. Functional Activity of the Cardiorespiratory System and the General Level of Physical Capabilities Against the Background of Regular Physical Exertion / S. Yu. Zavalishina //

Различия были статистически значимы при значении коэффициента $\chi^2 - 4,12$, $p=0,027$.

Заключение. Таким образом, в исследуемых группах мужчин, занимающихся двигательной активностью, обусловленной применением силовых тренажеров и свободных весов, в течение 6 месяцев, было выявлено достоверное развитие силовых качеств. В то же время в возрастной группе 39-49 лет наличие высокого ИМТ и низкого уровня функциональных резервов сердечно-сосудистой системы, выполнение упражнений на развитие силовой выносливости оказались недостаточно эффективным. Полученные результаты свидетельствуют, что мужчинам 39-49 лет при планировании структуры учебно-тренировочных занятий силового характера следует учитывать не только начальный уровень физической подготовленности, но и, что, по нашему мнению, особенно важно, резервные показатели кардиореспираторной системы и ИМТ. В целом, для мужчин данного возраста тренировочные занятия с применением спортивных тренажеров и свободных весов должны акцентироваться на развитии силовой и общей выносливости, что позволит не только развивать силовые качества, но и в значительной мере повысить адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы.

Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2020. – № 13(4). – pp. 2327-2331.

4. Доронцев, А. В. Оценка факторов риска развития дезадаптивных реакций на физическую нагрузку различной направленности у мужчин среднего возраста / А. В. Доронцев, А. А. Светличкина // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20. – № 1. – С. 135-141.
5. Клеменов, А. В. Возможности применения обратной ходьбы для реабилитации пожилых пациентов / А. В. Клеменов // Клиническая геронтология. – 2017. – № 7-8. – С. 62-65.
6. Малыгина, И. А. Влияние методики оздоровительной двигательной активности на физическое состояние лиц второго периода зрелого возраста / И. А. Малыгина // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2019. – № 3. – С. 58-63.

7. Доронцев, А. В. Исследование методики выполнения темповых тяжелоатлетических упражнений при занятии кроссфитом / А. В. Доронцев, С. Ю. Попов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 10(152). – С. 47-51.
8. Влияние физических нагрузок на функциональное состояние мужчин с избыточной массой тела и ожирением / И.А. Черкашин, Е.В. Криворученко, С.И. Гаврильев, А.П. Уларов // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 7. – С. 41-43.
9. The Physiological Response of the Body to Low Temperatures / Karpov V. Y., Zavalishina S. Y., Bakulina, E. D. [et al] // Journal of Biochemical Technology. – 2021. – № 12(1). – pp. 27-31.
10. Батырев, Э. М. Оценка сформированности навыков профилактики заболеваемости средствами физической культуры и спорта у студентов медицинского вуза / Э. М. Батырев, А. В. Доронцев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – № 12(58). – С. 13-17.
11. Makhov, A. S. Physiological Effects of Regular Football Training in Adolescents Using Visual Analyzer Pathology / A. S. Makhov, I. N. Medvedev, // Bioscience Biotechnology Research Communications. – 2021. – № 14(2). – pp 853-857.
12. Influence of Regular Feasible Physical Activity on the Platelet's Functional Activity of the Second Mature Age People / Karpov V. Yu., Zavalishina S. Yu., Dorontsev A. V. [et al] // Systematic Reviews in Pharmacy. – 2020. – № 11(8). – pp. 439-445.
1. Chichkova M.A. Svetlichkina A.A., Chichkov M.A. The influence of adaptive loads on the parameters of the cardiovascular system in patients with minor anomalies in the development of the heart and congenital sensorineural hearing loss. *Astrakhan Medical Journal*, 2020, no. 1(15), pp. 28-35. (in Russ.)
2. Raspopova E.A., Shmeleva S.V., Mikhaylova I.V., Rysakova, O.G. The problem of prevention and correction of posture disorders with the help of orderly muscle activity: A literature review. *Bali Medical Journal*, 2020, no. 9(3), pp. 619-623.
3. Zavalishina S.Yu. Functional Activity of the Cardiorespiratory System and the General Level of Physical Capabilities Against the Background of Regular Physical Exertion. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 2020, no. 13(4), pp. 2327-2331.
4. Dorontsev A.V., Svetlichkina A.A. Assessment of risk factors for the development of maladaptive reactions to physical activity of various directions in middle-aged men. *Man. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 135-141. (in Russ.)
5. Klemenov A.V. Possibilities of using reverse walking for the rehabilitation of elderly patients. *Clinical Gerontology*, 2017, no. 7-8, pp. 62-65. (in Russ.)
6. Malygina I.A. Influence of the methodology of health-improving motor activity on the physical condition of persons of the second period of mature age. *Physical culture, sport – science and practice*, 2019, no. 3, pp. 58-63. (in Russ.)
7. Dorontsev A.V., Popov S.Yu. Study of the methodology for performing tempo weightlifting exercises when doing crossfit. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2017, no. 10 (152), pp. 47-51. (in Russ.)
8. Cherkashin I.A., Krivoruchenko E.V., Gavriliev S.I., Ularov A.P. Influence of physical activity on the functional state of men with overweight and obesity. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2017, no. 7, pp. 41-43. (in Russ.)
9. Karpov V.Y., Zavalishina S.Y., Bakulina E.D., Dorontsev A.V., Gusev A.V., Fedorova T.Y., Okolelova V.A. The Physiological Response of the Body to Low Temperatures. *Journal of Biochemical Technology*, 2021, no. 12(1), pp. 27-31.
10. Batyrev E.M., Dorontsev A.V. Evaluation of the formation of skills for the prevention of morbidity by means of physical culture and sports among students of a medical university. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2009, no. 12 (58), pp. 13-17. (in Russ.)
11. Makhov A.S., Medvedev I.N. Physiological Effects of Regular Football Training in Adolescents Using Visual Analyzer Pathology. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 2021, no. 14(2), pp. 853-857.
12. Karpov V.Yu., Zavalishina S.Yu., Dorontsev A.V., Voronova N.N., Shulgin A.M., Sharagin V.I., Koz'yakov R.V. Influence of Regular Feasible Physical Activity on the Platelet's Functional Activity of the Second Mature Age People. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2020, no. 11(8), pp. 439-445.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Викторович Доронцев – кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, email: aleksandr.doroncev@rambler.ru.

Людмила Николаевна Порубайко – кандидат медицинских наук, доцент, Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар.

Нина Аркадьевна Зинчук – кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Астрахань.

Ольга Владимировна Морозова – кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Астрахань.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandr Viktorovich Dorontsev – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, e-mail: aleksandr.doroncev@rambler.ru.

Lyudmila Nikolaevna Porubaiko – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kuban State Medical University, Krasnodar.

Nina Arkad'evna Zinchuk – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, Astrakhan.

Ol'ga Vladimirovna Morozova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, Astrakhan.

Для цитирования: Изучение влияния силовых упражнений на развитие физических качеств у мужчин разного возраста / А.В. Доронцев, Л.Н. Порубайко, Н.А. Зинчук, О.В. Морозова // Современные вопросы биомедицины – 2022 – Т.6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_43

For citation: Dorontsev A.V., Porubaiko L.N., Zinchuk N.A., Morozova O.V. Studying the influence of strength exercises on the development of physical qualities in men of different ages. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_43

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_44
УДК: 377; 796.011.1

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_44
UDC: 377; 796.011.1

СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ СФЕРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРВОГО ПЕРИОДА ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА

А.В. Дубовик, И.Ю. Горская

Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск, Россия

Аннотация. Проведенный в ходе исследования анализ уровня физической подготовленности, функционального состояния, психомоторных показателей сотрудников сферы информационных технологий, а также анализ специфики труда и неблагоприятных факторов профессиональной деятельности послужили основанием для разработки экспериментальной методики. Целью исследования являлось теоретическое обоснование и экспериментальное апробирование методики оздоровительной методики для сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста. В ходе сравнительного анализа были выявлены достоверные различия между экспериментальной и контрольной группами после педагогического эксперимента ($p \leq 0,05$). Использование разработанной оздоровительной методики позволит повысить уровень физической подготовленности, улучшить уровень функционального состояния, улучшить психофизические показатели и снизить влияние стресса на сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста.

Ключевые слова: сотрудники сферы информационных технологий, оздоровительная методика, уровень подготовленности.

THE CONTENT OF THE METHODOLOGY OF HEALTH-IMPROVING CLASSES FOR INFORMATION TECHNOLOGY EMPLOYEES OF THE EARLY ADULTHOOD

A.V. Dubovik, I.Yu. Gorskaya

Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia

Annotation. The analysis of the level of physical fitness, functional state, psychomotor indicators of employees in the field of information technologies, as well as the analysis of the specifics of work and unfavorable factors of professional activity, carried out during the study, have served as the basis for the development of an experimental methodology. The purpose of the study was the theoretical substantiation and experimental testing of the health-improving methodology for information technology employees of the early adulthood. During the comparative analysis, significant differences were revealed between the experiment and control groups after the pedagogical experiment ($p \leq 0.05$). The use of the developed health-improving methodology will increase the level of physical fitness, improve the level of functional state, improve psychophysical indicators and reduce the impact of stress on information technology employees of the early adulthood.

Key words: information technology employees, health-improving methods, level of fitness.

Введение. По данным Росстата численность работников, занятых в сфере информационных технологий, в 2016 году составила около пятисот тысяч специалистов, в 2020 году – уже 1 млн. 300 тысяч человек, то есть с каждым годом эта цифра увеличивается. Основным результатом труда для «инженера-программиста»

является написание компьютерных программ с помощью различных алгоритмов и языков программирования. Данная профессия связана с продолжительными нагрузками на организм в процессе работы, как на сенсорные системы, психофизические функции, так и на опорно-двигательный аппарат, требует высокой

концентрации внимания и усидчивости. В то же время труд программистов относится к сфере творческой (научной и инженерной) деятельности, то есть профессиональная деятельность программиста связана с высокоинтеллектуальным трудом.

В настоящее время проведено довольно много исследований, которые рассматривают различные влияния характера и условий труда на здоровье человека. Однако имеется недостаточно информации о содержании оздоровительных технологий, эффективно предотвращающих негативное влияние на физическое состояние сотрудника на современном этапе. Особенно недостаток информации касается профессий, появившихся только в последние годы (к которым относится и сфера информационных технологий), имеющих выраженные специфические черты трудовой деятельности. Применение стандартных программ в фитнес-клубах не до конца решает проблему оздоровительных задач, которые требуются от физкультурных занятий с данным контингентом, не позволяя удовлетворить мотивы и потребности, специфику физического состояния.

Цель исследования: теоретическое обоснование и экспериментальное апробирование оздоровительной методики для сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста.

Методы и организация исследования. Методы исследования: анализ и обобщение научно-методической литературы; анкетирование; тестирование; антропометрия и метод индексов; медико-биологические методы; психофизиологическое тестирование; педагогический эксперимент; методы математической статистики. Эксперимент проводился 9 месяцев на базах кафедры ЕНДСибГУФК, ИТ-компании ООО «Тамтэк» и фитнес студии «Митра» г. Омска (ЭГ, n=24 и КГ, n=24), возраст испытуемых – от 20 до 35 лет.

Результаты исследования и их обсуждение. Для сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста была разработана методика,

имеющая оздоровительную направленность, а также оказывающая профилактическое действие в связи с особенностями их трудовой деятельности и учетом неблагоприятных факторов труда.

В ходе анализа хронограммы типичного рабочего дня работника в сфере информационных технологий (на примере «инженера-программиста») были выявлены основные факторы, неблагоприятно влияющие на показатели функционального состояния и здоровья, а также определен характер нагрузок на организм (на опорно-двигательный аппарат и психофизические показатели). Неблагоприятными факторами профессиональной деятельности сотрудников сферы информационных технологий являются: необходимость длительного нахождения в статичной позе сидя в течение рабочего дня, повышенные нагрузки на зрительный анализатор, психофизическое напряжение (высокая концентрация внимания, нервно-эмоциональные нагрузки ввиду интеллектуального и творческого характера труда), ненормированный рабочий день, дефицит двигательной активности.

В ходе предварительного исследования выявлено, что функциональные возможности работников в сфере информационных технологий характеризуются сниженным уровнем отдельных морфофункциональных показателей. В частности, выявлен большой процент работников с повышенной или сниженной массой тела, выявлены низкие показатели силового индекса в выборках мужчин и женщин. У 29% женщин и у 34% мужчин показатель пробы Генчи оказался ниже средневозрастных норм, что свидетельствует о сниженных возможностях устойчивости к гипоксии. При анализе показателей давления у 57,1% женщин выявлены сниженные показатели систолического и диастолического давления. Показатель пульсового давления у мужчин выше нормы, что может свидетельствовать о стрессовых ситуациях или повышенной психоэмоциональной нагрузке, недостаточной адаптации сердечно-сосудистой системы к этим факторам.

Выявлено, что у сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста неоднородный уровень физической подготовленности, то есть выражены признаки дисгармоничности физической подготовленности, по-разному проявляющиеся у мужчин и женщин (принимая за гармоничный уровень соответствие показателей возрастным нормам). Уровень развития скоростно-силовых и координационных способностей в обеих группах оказался ниже средневозрастной нормы, так же как и отдельные показатели выносливости. Также было выявлено, что у мужчин показатели гибкости были значительно снижены относительно средневозрастных норм, у женщин силовые показатели имели выраженное отклонение от нормы для данной возрастной группы. Выявлено, что с возрастом наблюдается снижение уровня физической подготовленности, обусловленное усилением гиподинамии, статичной рабочей позой сотрудников сферы информационных технологий, отсутствием адекватно организованной физической активности у большинства сотрудников.

При проведении исследования психомоторных функций данного контингента было выявлено несколько особенностей данного контингента. Простые сенсомоторные реакции снижены в обеих группах, что свидетельствует о возможно накопленном утомлении, связанном с высокими психомоторными нагрузками в данной сфере деятельности. Показатель времени реакции на движущийся объект (разновидность сложной зрительно-моторной реакции слежения, проявление которой характерно для профессии, связанной с информационными технологиями) снижен в обеих группах (у мужчин и у женщин), что может быть следствием повышенной утомляемости, сниженной психомоторной

устойчивости и повышенном уровне стресса.

Проведенный в ходе исследования анализ уровня физической подготовленности, функционального состояния, психомоторных показателей сотрудников сферы информационных технологий, а так же анализ специфики труда и неблагоприятных факторов профессиональной деятельности послужили основанием для разработки экспериментальной методики.

При определении соотношения средств разной направленности мы опирались на результаты предварительного исследования и данные научно-исследовательской литературы. В связи с этим, определено соотношение средств разной направленности в оздоровительной методике, с акцентом на наиболее отстающие показатели, с целью достижения гармоничного уровня физической подготовленности. Поскольку предварительное исследование показало снижение скоростно-силовых, координационных показателей и выносливости как у мужчин, так и у женщин, в структуре методики была выделена стандартная часть, занимающая 70% от общего времени, в которую включены следующие компоненты: средства для развития скоростно-силовых способностей (20%), средства для развития выносливости (30%) и координационных способностей (20%). Для учета особенностей контингента работников сферы ИТ использовался дифференцированный подход, который позволяет учитывать различный уровень физической подготовленности мужчин и женщин, используя неодинаковое соотношение средств разной направленности. Дифференцированная часть занимала 30% от общего времени в структуре методики, соотношение компонентов разной направленности у мужчин и женщин было неодинаковым (рис. 1).

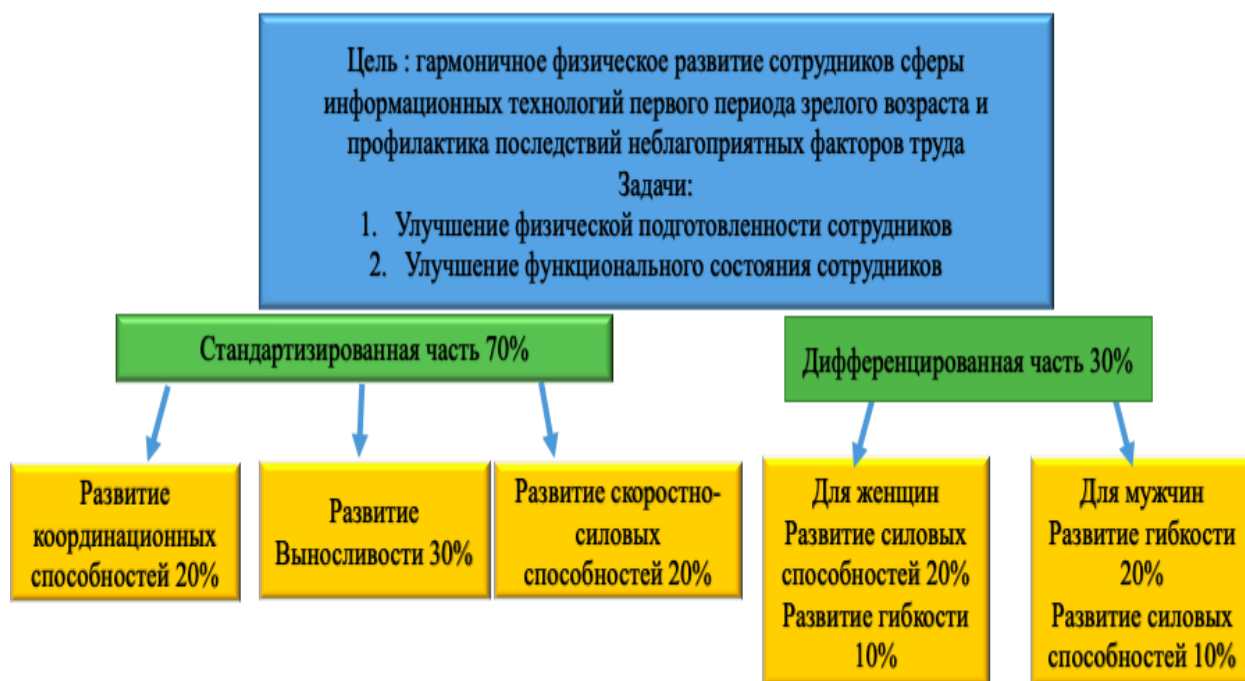


Рис. 1. Блок-схема методики оздоровительных занятий для сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста

Применение дифференцированного подхода с учетом половых различий позволяло проводить совместные занятия мужчин и женщин, учитывая их специфические особенности физической подготовленности и функционального состояния. Методика рассчитана на 9 месяцев. Продолжительность занятия – 60 минут, предусмотрено проведение занятий три раза в неделю. Выбор времени продолжительности одного занятия обусловлен рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), а также специалистов, в соответствии с которыми для оздоровительного эффекта, поддержания функционального состояния взрослых людей необходимо обеспечить 2-3-разовые занятия физической культурой продолжительностью около 60 минут [1-2]. Также, такой режим оздоровительных занятий подобран нами в соответствии с выявленной спецификой функционального состояния работников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста, а именно сниженным уровнем

показателей дыхательной, сердечно-сосудистой системы, и их режимом жизнедеятельности.

Длительность стандартной части была примерно 20-25 минут, а дифференцированная часть (с учетом пола) занимала 15-20 минут.

Учитывая полученные на предварительном этапе сведения, касающиеся интересов и потребностей исследуемого контингента, специфики их физического состояния, характера труда, а также учитывая типовые условия залов, в которых возможно проведение комплексных оздоровительных занятий, мы осуществляли подбор средств для развития разных физических способностей.

Самым важным компонентом методики были средства для развития выносливости, так как специфика труда сотрудников сферы информационных технологий связана с выраженностью гиподинамии, и, как следствие, снижены показатели работоспособности, выносливости, функции сердечно-

сосудистой системы. Для развития выносливости важно уделить внимание развитию аэробных возможностей, а также укреплять опорно-двигательный аппарат, что будет достигаться систематичностью занятий [4]. Для развития выносливости в разработанной методике использовались средства, доступные для применения в условиях типового фитнес зала, спортивного зала: бег на месте, шаги из аэробики, элементы степ-аэробики. Тренировка выносливости проходила в зоне умеренной мощности, контроль выполнения упражнений осуществлялся по уровню частоты сердечных сокращений (ЧСС), 50-60% от максимального пульса.

Для развития гибкости применялись упражнения для улучшения подвижности и эластичности мышц и связок. Упражнения выполнялись из различных исходных положений и включали выполнение движений сгибания-разгибания из различных положений, наклонов и скручиваний. Использовались упражнения с элементами стретчинга, пилатеса, а также с элементами йоги.

Для развития силовых способностей использовались упражнения с собственным весом и отягощением. Использовались такие упражнения как «планка», «лодка» с изометрическим напряжением мышц. Также использовались упражнения с отягощениями с гантелями, набивными мячами, упражнения с резиновыми лентами (эспандерами) разного сопротивления. Подбор веса отягощений и величины сопротивления резиновых лент (эспандеров) проводился индивидуально с учетом исходного уровня подготовленности каждого занимающегося.

Для развития координационных способностей использовались упражнения в равновесии, упражнения в движении с использованием ориентиров, упражнения, выполняемые по сигналу, упражнения с ограничением пространства и упражнения с уменьшенной площадью опоры (статического и динамического характера). Кроме развития разных видов координационных

способностей, координационные упражнения развивают и укрепляют мышцы-стабилизаторы позвоночника и улучшают способность расслаблять мышцы.

Упражнения для развития скоростно-силовых способности включали в себя выпрыгивания «берпи», прыжки на скакалке, бег в упоре лежа, прыжки с высоким подниманием бедра, элементы игры в бадминтон.

Характеристика используемых средств представлена на схеме (рис. 2).

По мнению специалистов, в контексте улучшения уровня здоровья контингента первого периода зрелого возраста, необходимо использование метода комбинированных тренировок, совершенствуя подготовленность сразу в нескольких направлениях [5]. В этой связи, комплектование средств разной направленности в разработанной методике предусматривало сочетание трех-четырёх разных компонентов на одном занятии. Например, компонент, направленный на развитие выносливости, сочетался с силовыми упражнениями в одном занятии, так как, по мнению исследователей, такое сочетание является эффективным, происходит положительный перенос развития физических качеств [5]. Развитие координации сочеталось с тренировкой на выносливость, при этом координационные упражнения применялись в начале тренировки, так как это связано с должным уровнем концентрации внимания, и усталость отрицательно влияет на выполнение сложно координационных движений.

Приведем примеры комплектования занятий с различным сочетанием средств разной направленности. Занятие, направленное на развитие выносливости, силовых способностей и гибкости, включало разминку в течение 10 минут, далее в основной части занятия общей продолжительностью 40 минут 20 минут занимала стандартизированная часть (общая для мужчин и женщин), средства которой направлены на развитие выносливости (элементы аэро

бики (шаги), степ-аэробики). Дифференцированная часть (с разделением по полу) занимала 20 минут от основной части занятия и включала для мужчин: 5 минут силовых упражнений (упражнения с гантелями) и 15 минут стретчинг, для женщин – 14 минут силовых упражнений и 6 минут –

средства для развития гибкости. В заключительной части занятия (10 мин) применялись средства, направленные на нормализацию психоэмоционального состояния и снятие сенсорного напряжения – дыхательные упражнения, элементы йоги и элементы аутогенной тренировки.

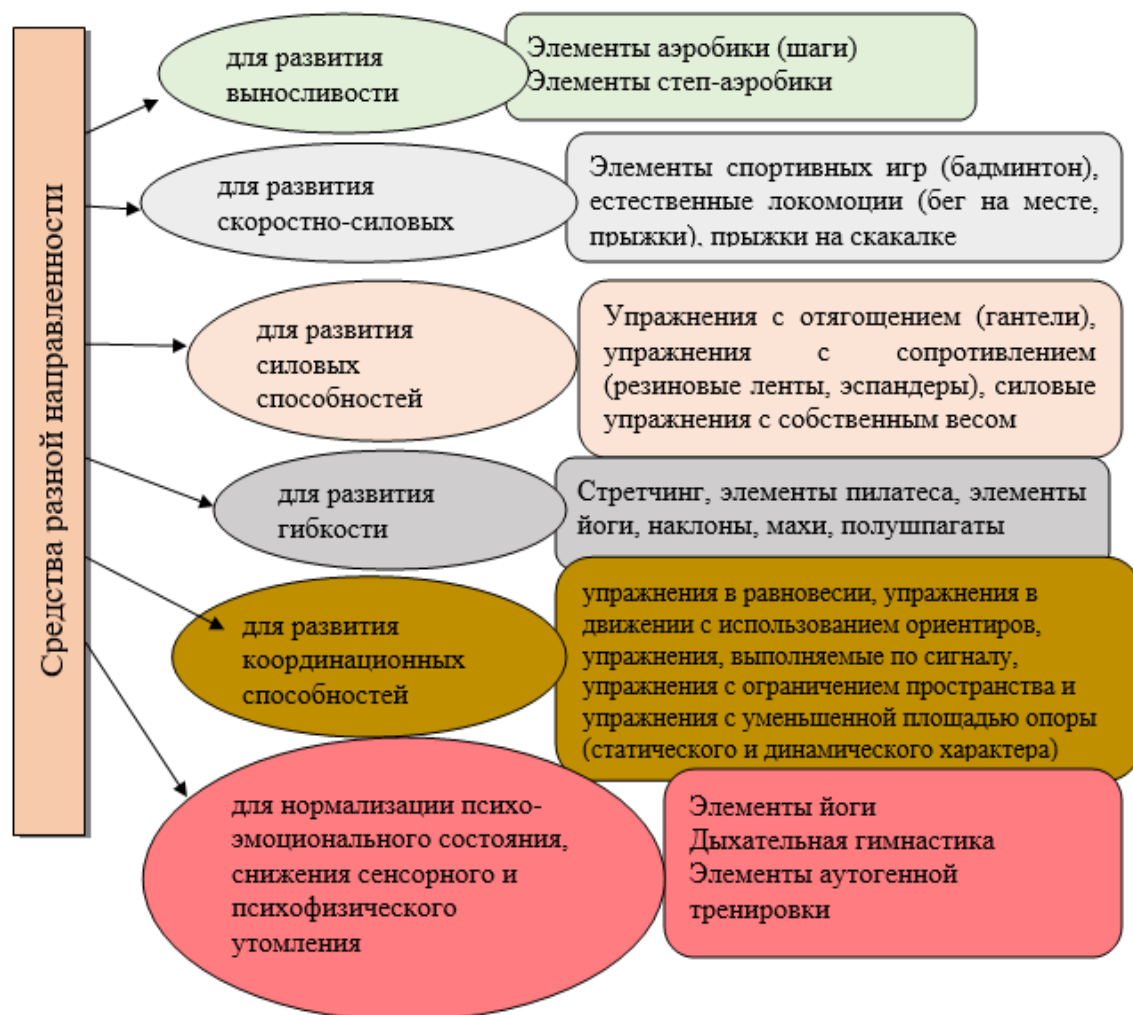


Рис. 2. Характеристика средств разной направленности, применяемых в оздоровительной комплексной методике занятий физической культурой работников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста

Чередование занятий с определенным составом средств разной направленности осуществлялось, исходя из общего соотношения, подобранного на основе результатов предварительного исследования.

На занятиях учитывались индивидуальные особенности занимающихся, с учетом

выявленного факта неоднородного состава групп по уровню развития двигательных способностей. Применялись приемы регулирования нагрузки (изменение количества повторений, серий, интервалов отдыха, темпа выполнения упражнений). При планировании занятий соблюдался принцип от

простого к сложному: были предложены варианты упражнений: упрощенный вариант, обычное выполнение упражнения, усложненный вариант – для того, чтобы сохранялся интерес в процессе выполнения движений и не было сильного перенапряжения в процессе оздоровительного занятия. Также на начальном этапе занятий использовались более простые в координационном отношении упражнения.

В процессе занятий основной объем работы выполнялся с низкой интенсивностью в пределах 45-50% максимального потребления кислорода (МПК), в зоне умеренной мощности на пульсе 120-140 уд/мин. При применении упражнений скоростно-силовой направленности использовалось кратковременное повышение интенсивности предлагаемых нагрузок, значения ЧСС достигали 160-170 уд/мин на период не более 1-1,5 мин с последующим отдыхом. Для улучшения психоэмоционального состояния сотрудников сферы информационных технологий применялась аутогенная тренировка. Использование аутогенной тренировки позволяет при помощи различных упражнений обучиться постепенному расслаблению.

На протяжении всего эксперимента на занятиях происходил контроль ЧСС при помощи фитнес-браслетов (выставлялся максимальный допустимый пульс и в момент превышения верхнего порога фитнес-браслет вибрировал). Для самостоятельного контроля самочувствия использовалась программа Welltory – мобильное приложение, которое используется для контроля здоровья, данные из приложения и с носимых устройств. Приложение анализирует уровень стресса и усталости, помогает определить оптимальную длительность сна

и выбрать время для спорта. С помощью камеры и вспышки программа на смартфоне измеряет уровень ЧСС и анализирует состояние сотрудников.

Для выявления эффективности разработанной методики оздоровительных занятий у сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста был проведен педагогический эксперимент в течение 9 месяцев. Эффективность разработанной методики оздоровительных занятий выражается в положительном влиянии на показатели морфофункционального состояния и физической подготовленности сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста, что подтверждено достоверно значимыми приростами этих показателей в ходе эксперимента. Величина приростов в ЭГ по морфофункциональным показателям варьирует в пределах 8-15%, по показателям физической подготовленности – 12-60%, что превышает приросты в КГ.

Заключение. Таким образом, разработанная методика оздоровительных занятий комплексной направленности, включающая средства воздействия на показатели аэробных способностей, гибкости, силовых, координационных и скоростно-силовых способностей, а также средства, направленные на нормализацию психоэмоционального состояния, построенная с учетом специфики труда и жизнедеятельности, позволяет решить проблему недостаточной физической активности у работников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста и повысить уровень функционального состояния и физической подготовленности при условии регулярных занятий (3 раза в неделю по 1,5 часа).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ): Глобальный план действий ВОЗ по повышению уровня физической активности на 2018-2030 гг.: повышение уровня активности людей для укрепления здоровья в мире. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/279655> (дата обращения 18.07.2022)
2. Всемирная организация здравоохранения. Глобальные рекомендации по физической активности для здоровья. – 2010. – С. 9-11.
3. Карабанова, О. Н. Оздоровительная направленность как важнейший принцип технологии физкультурно-спортивной деятельности / О. Н. Карабанова, А. А. Озеров, А. Г. Миронов //

Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 62-2. – С.105-107.

4. Мартиросова, Т. А. Формирование ключевой двигательной компетентности человека посредством воспитания и совершенствования выносливости как физического качества / Т. А. Мартиросова // Физическое воспитание студентов. – 2010. – № 1. – С. 83-86.

5. Сравнительный анализ методов физической культуры направленных на развитие выносливости и силы в контексте здоровья / Л. Л. П. Федосова, З. В. Кузнецова, Г. В. Федотова, Л. У. Удовитская // Ученые записки университета Лесгафта. – 2021. – № 3(193). – С. 448-450.

REFERENCES

1. World Health Organization (WHO): Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world: at-a-glance. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272721> (accessed 18.07.2022)

2. World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. 2010, pp. 9-11.

3. Karabanova O.N., Ozerov A.A., Mironov A.G. Health-improving direction as the most important principle of the technology of physical culture and sports activities. *Problems of modern pedagogical education*, 2019, no. 62-2, pp.105-107. (in Russ.)

4. Martirosova T.A. Formation of key motor competence of a person through education and improvement of endurance as a physical quality. *Physical education of students*, 2010, no. 1, pp. 83-86. (in Russ.)

5. Fedosova L.P., Kuznetsova Z.V., Fedotova G.V., Udovitskaya L.U. Comparative analysis of the methods of physical cultures methods for endurance and strength development in the context of health. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2021, no. 3 (193), pp. 448-450. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Алена Викторовна Дубовик – аспирант, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: mbofkis@mail.ru.

Инесса Юрьевна Горская – доктор педагогических наук, профессор, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта (СибГУФК), Омск, e-mail: mbofkis@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Alena Viktorovna Dubovik – Post-Graduate Student, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: mbofkis@mail.ru.

Inessa Yur'yevna Gorskaya – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: mbofkis@mail.ru.

Для цитирования: Дубовик, А. В. Содержание методики оздоровительных занятий для сотрудников сферы информационных технологий первого периода зрелого возраста / А. В. Дубовик, И. Ю. Горская // Современные вопросы биомедицины – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_44

For citation: Dubovik A.V., Gorskaya. I.Yu. The content of the methodology of health-improving classes for information technology employees of the early adulthood. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_44

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_45
УДК 793.3:61

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_45
UDC 793.3:61

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТАНЦОРОВ ЛАТИНОАМЕРИКАНСКОЙ ПРОГРАММЫ

Д.А. Кардаш, Н.Н. Захарьева

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности показателей сердечного ритма танцоров и танцовщиц высокой квалификации, специализирующихся в латиноамериканской программе. Танцоры разделены по половому признаку на 2 группы. В ходе сравнительного анализа данных пульсометрического контроля установлены особенности сердечного ритма танцоров и танцовщиц с различной результативностью, которые выражаются в особенностях хронотропной функции сердца в середине и в конце исполнения соревновательной программы.

Ключевые слова: танцоры высокой квалификации, специальная работоспособность, пульсометрия, частота сердечных сокращений, хронотропная функция сердца.

USE OF HEART RATE MONITORING INDICATORS IN THE EVALUATION OF SPECIFIC PERFORMANCE OF LATIN DANCERS

D.A. Kardash, N.N. Zahar'eva

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, Russia

Annotation. The article discusses the features of the heart rate indicators of highly qualified male and female dancers specializing in the Latin American dances. The dancers are divided into 2 groups based on gender. In the course of a comparative analysis of the heart rate data, the features of the heart rate of dancers were identified, which are expressed in desynchronization of the chronotropic function of the heart in the middle and at the end of the performance of the competitive program. The established differences will make it possible to identify weak links in the training of elite dancers.

Keywords: elite dancers, specific performance, heart rate monitoring, heart rate, chronotropic function of the heart.

Введение. Качество исполнения танца и достижение высокого спортивного результата на этапе высокой квалификации во многом определяют развитие у танцоров общей и специальной работоспособности. Для успешного исполнения латиноамериканской программы в спортивных бальных танцах (СБТ) на этапе высокой квалификации танцорам необходим высокий уровень аэробного энергообеспечения, который является значимым фактором функциональной подготовленности в сложно-координационных видах [1-2]. Специальная работоспособность в СБТ определяется качеством исполнения танцевальных фигур и элементов одиночного и парного характера в

высоком темпе и характером адаптивных сдвигов в ведущих функциональных системах, поддерживающих гомеостаз (центральной нервной, кардиореспираторной, эндокринной, кислородтранспортной системах и др.) [3-4]. По данным научной литературы, отмечен интерес ряда исследователей к изучению отдельных компонентов функционального состояния как танцоров, так и танцовщиц [5-8]. Однако недостаточно освещён вопрос об оценке специальной выносливости танцоров с использованием объективных методов контроля за состоянием ведущих функциональных систем. Как известно, состояние сердечно-сосудистой системы при выполнении физической

нагрузки является индикатором адаптивных сдвигов в организме человека [9]. Поэтому анализ диапазона изменений сердечно-сосудистой системы по данным пульсометрии позволит раскрыть физиологические механизмы адаптационных перестроек и оценить уровень специальной работоспособности при выполнении танцевальной соревновательной нагрузки.

Цель исследования: определить возможности использования метода пульсометрии для оценки специальной выносливости у танцоров и танцовщиц высокой квалификации при выполнении латиноамериканской программы.

Методы и организация исследования.

1. социологические методы (анкетирование);
2. метод экспертных оценок;
3. пульсометрия (Polar 610);
4. тонометрия полуавтоматическим тонометром В. Well PRO-30 с автоматической синхронной регистрацией частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД).

Проведено обследование 18 танцоров и танцовщиц высокой квалификации в возрасте от 18 лет до 21 года; средний возраст $-19,1 \pm 1,36$; стаж занятий $-11,6 \pm 2,54$; среднее количество тренировочных часов $-24,7 \pm 6,67$. Первая группа (G1) – партнёрши (n=9 чел.). Спортивная квалификация: мастера спорта (МС) – 4 чел. (44%), мастера спорта Республики Казахстан – 1 чел. (11%); кандидаты в мастера спорта (КМС) – 2 чел. (22%); 1 взрослый разряд – 2 чел. (22%). Вторая группа (G2) – танцоры (n=9 чел.). Спортивная квалификация: мастера спорта (МС РФ) – 4 чел. (44%); кандидаты в мастера спорта (КМС) – 3 чел. (33%); танцоры с 1 взрослым – 2 чел. (22%). Среди участников есть финалисты и призёры Чемпионата России, Первенства Мира и других региональных и международных соревнований. Исследования проходили в стандартизированных условиях, в подготовительном периоде спортивной подготовки. Был проведён социологический опрос для уточнения данных

спортивного анамнеза. Все танцоры подписали согласие о добровольном участии в эксперименте и были проинформированы о необходимости наиболее качественного исполнения танца с целью максимального приближения условий к соревновательным. Исследование проводилось в спортивных клубах «MyClub», «Триада» и «Академия» с 01.10.2021 по 06.11.2021 в тренировочные часы – с 16:00 до 18:00. Нормальное распределение данных невозможно при небольшом количестве испытуемых, поэтому были использованы методы описательной статистики в Microsoft Excel 2007 и непараметрический критерий Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. Обследованы 18 танцоров, две группы по половому признаку: 1 группа (G1) – партнёры (9 чел.), группа (G2) – партнёрши (9 чел.). Анализ специальной подготовленности проведен в процессе моделирования соревновательной программы в тренировочных условиях. С целью стандартизации условий исследования была сформирована аудиодорожка с равнозначными интервалами отдыха и длительностью танцев. Танцоры исполняли соревновательную программу латиноамериканских танцев с параллельной регистрацией показателей ЧСС. Эффективность исполнения программы и качество танца оценивались по показателям пульсометрии и экспертной оценке. Тремя экспертами была проведена оценка пяти танцев латиноамериканской программы, в соответствии с правилами соревнований, по нескольким компонентам. По принципу положительной (+) и отрицательной (-) оценки в каждом танце оценивались:

1. темп и основной ритм («музыкальность» – оценка музыкальности исполнения в пределах каждого такта) – основной критерий.
2. линии корпуса (правильные элегантные линии пары, соответствующие характеру стилизованного конкурсного танца).

3. движение («динамика» – слитное исполнение фигур, движение, соответствующее характеру исполняемого танца).

4. ритмическая интерпретация (четкая выразительность внутри такта, эмоциональная отзывчивость на музыку – артистичность).

5. работа стопы («техника» – точное исполнение фигур) (табл.).

Пульсометрический контроль при выполнении латиноамериканской программы был использован для подтверждения субъективного мнения экспертов в каждой паре танцоров. Динамика показателей ЧСС одной из пар показана на рисунке 1. В состоянии покоя у партнёрши ЧСС = 52 уд/мин, ЧСС партнёра = 60 уд/мин. Как видно из рисунка 1, наблюдается различие показателей ЧСС перед стартом у партнера

(ЧСС=120 уд/мин) и партнерши (ЧСС=70 уд/мин), но при исполнении всей танцевальной программы сердечный ритм в паре фактически синхронизирован.

Проведен анализ графиков изменения хронотропной функции сердца у 9 танцевальных пар при исполнении танцев Sa, Ch, R, P, J (рис. 2). В состоянии покоя ЧСС у партнерш = $68 \pm 4,54$ уд/мин; ЧСС покоя у партнеров = $62 \pm 3,49$ уд/мин. (M \pm m). За 1 минуту до старта ЧСС партнерш = $72 \pm 4,38$ уд/мин; ЧСС партнеров = $76 \pm 7,7$ уд/мин. Анализируя изменения ЧСС при выполнении латиноамериканской программы, необходимо отметить, что максимальные сдвиги выявлены при исполнении танца J (в дальнейшем – ЧСС J). У партнерш ЧСС J = $186 \pm 7,03$ уд/мин; ЧСС J партнеров = $190,2 \pm 6,85$ уд/мин (M \pm m).

Таблица

Результаты экспертной оценки после исполнения парами латиноамериканской программы танцев

№ п/п	Статистические показатели	Моделирование соревновательной деятельности в тренировочных условиях						
		Сумма положительных оценок в 1-5 танце						
		Сумма положительных оценок в 1-5 танцах					Сумма оценок по результатам исполнения 5 танцев	Место в рейтинге
Инициалы пары	1 (S)	2 (Ch)	3 (R)	4 (Pd)	5 (J)			
1.	Ч. – А.	14	15	13	13	14	69	2
2.	Д. – П.	14	14	15	14	15	72	1
3.	Н. – Ц.	10	12	12	13	11	58	8-9
4.	Е. – Р.	14	12	10	10	14	60	6
5.	С. – С.	13	13	15	11	12	64	4
6.	Е. – К.	12	11	11	12	13	59	7
7.	В. – Г.	11	11	13	11	12	58	8-9
8.	Д. – Р.	15	14	14	12	13	68	3
9.	К. – Г.	12	14	13	10	13	62	5

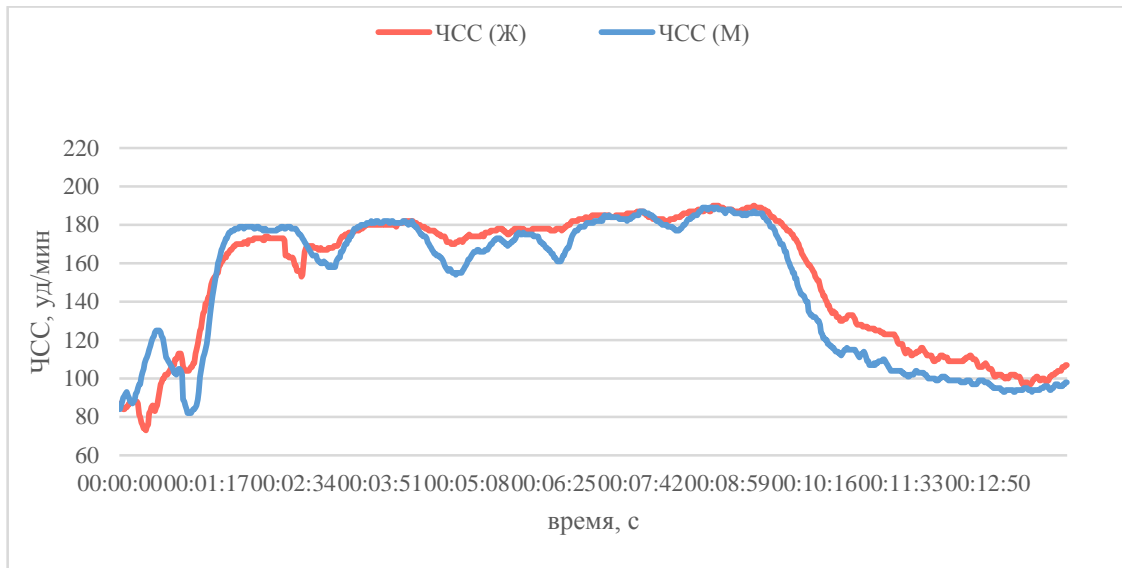


Рис. 1. Динамика кривой ЧСС (уд/мин) у пары № 1 при выполнении латиноамериканской программы танцев

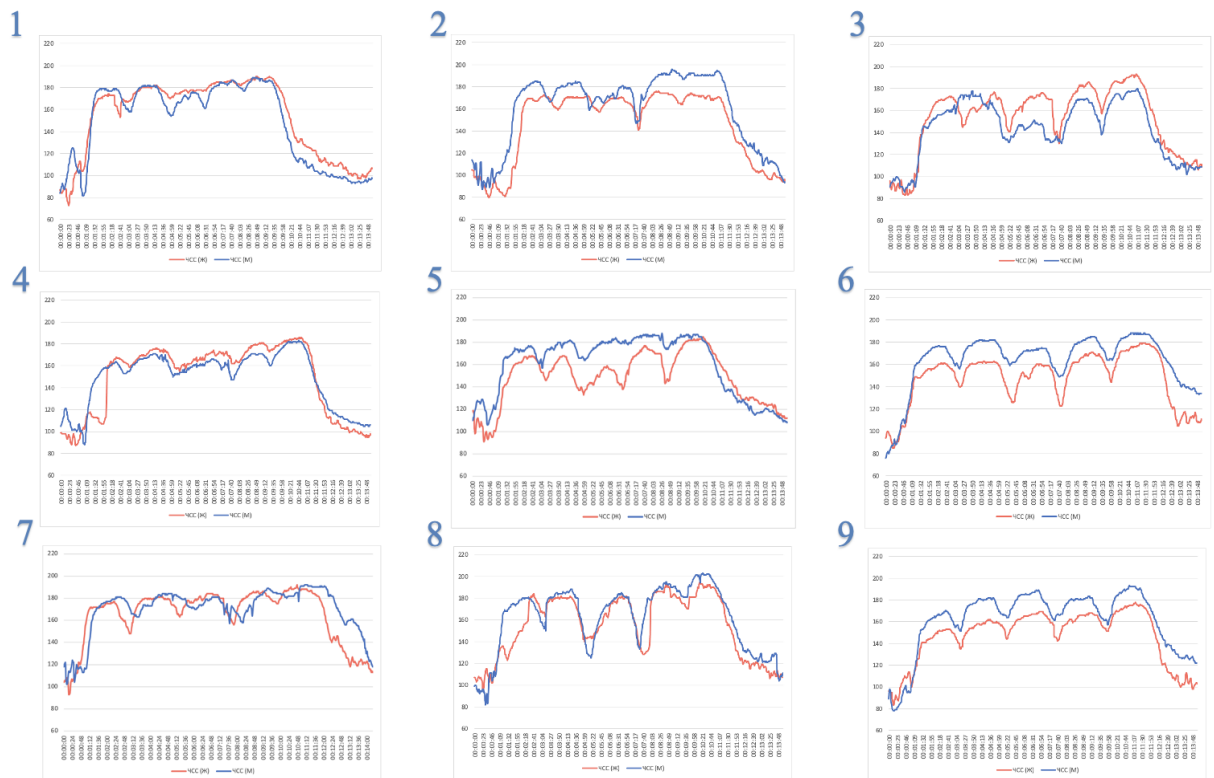


Рис. 2. Динамика кривых ЧСС у девяти пар, исполняющих соревновательную программу латиноамериканских танцев (уд/мин)

Установлена синхронизация хроно-тропных характеристик деятельности сердца, которая прослеживается по-разному в каждой паре. У нескольких пар (3, 4, 5, 8) наблюдается частичная десинхронизация

хронотропной функции сердца, что выражается в рассогласовании сердечного ритма на определённых этапах исполнения. В 2-х случаях из 4-х (50%) это наблюдается в процессе исполнения интенсивного танца

самба (у 4-ой и 8-ой пар). В 3-х случаях из 4-х (75%) десинхронизация наблюдается при переходе на танец пасадобль и/или в начале исполнения танца румба (у пар 3, 5, 8). В 2-х случаях из 4-х (50%) имеется десинхронизация на этапе исполнения танца Ча-ча-ча или при переходе на танец румба. Это может говорить об особенностях адаптивных перестроек сердечно-сосудистой системы (ССС) у танцоров высокой квалификации при резком изменении интенсивности физической нагрузки. Например, отдых перед менее интенсивным танцем с выходом на устойчивую позицию звеньев функционального состояния с целью сохранить плавность линий и подготовить мышцы к другому характеру работы, и при необходимости осуществить некоторую эмоциональную перестройку к исполнению другого танца, и/или подготовиться к танцу большей интенсивности.

Согласно результатам экспертных оценок, пары 3, 4, 5 занимают 8-9, 6 и 4 места в рейтинге. В таком случае, десинхронизация может говорить о:

1. Недостаточной физической подготовленности танцоров и рассогласовании их действий в процессе исполнения соревновательной программы;

2. Накопившемся утомлении. Последнее можно устранить при правильной корректировке тренировочного процесса и достаточной его индивидуализации.

Пара 8 занимает 3 место (на основании экспертных оценок) среди пар, принимающих участие в эксперименте, поэтому для них менее вероятно воздействие факторов общей и специальной подготовленности. У этой пары явление рассогласования по хронотропной функции сердца может больше говорить о технико-тактических особенностях исполнения того или иного отрезка программы. И если на данном отрезке ненормальные показатели пульса совпадают с субъективными дискомфортными ощущениями пары или одного из партнёров, то следует внести корректировку по фигурам, входящим в программу, или их сочетанию с другими фигурами, элементам

взаимодействия в паре и регулировать интенсивность исполнения – ритмическую структуру.

По результатам экспертной оценки пары 1 и 2, у которых наблюдалась наибольшая синхронизация сердечного ритма в процессе исполнения соревновательной программы, отмечено занятие спортсменами 1-х и 2-х мест. Эксперты отмечают поразительную лёгкость и слаженность действий этих пар. Кроме того, отсутствуют явные признаки снижения работоспособности и ухудшения техники исполнения.

Таким образом, синхронизация ритма сердца, измеренная по показателю ЧСС при исполнении соревновательной программы латиноамериканских танцев, является показателем хорошего уровня специальной работоспособности. Наше мнение совпадает с ранее проведенными исследованиями о синхронизации биоритмов в спортивных парах с высокими результатами на соревнованиях [1, 3, 4, 5, 6, 7]. В данном научном эксперименте пары с синхронизацией биоритмов хронотропной функции сердца – финалисты и призёры чемпионата России по танцевальному спорту. Различия динамики ЧСС у партнёров и партнёрш одной пары свидетельствуют о неодинаковом вкладе показателей производительности работы сердца в процесс обеспечения специальной работы при выполнении танцевальной программы, что прямо пропорционально зависит от индивидуальных возможностей спортсмена. Практическая значимость полученных результатов исследования возрастает и диктует необходимость проведения комплексной оценки подготовленности партнёра и партнёрши.

Заключение:

1. Синхронизация и десинхронизация хронотропной функции сердца в танцевальных парах при выполнении танцевальной программы является объективным критерием, позволяющим оценивать специальную работоспособность танцоров.

2. Выявлены различия хронотропной функции сердца у партнёров и партнёрш при выполнении латиноамериканской

программы. В состоянии покоя у танцоров высокой квалификации отмечена тенденция к брадикардии, более выраженная у партнёрш. Характер пульсового скачка при предстартовом состоянии у партнёров и партнёрш различается незначительно. Максимальные сдвиги ЧСС при исполнении латиноамериканской программы выявлены у танцоров и танцовщиц в танце J и более выражены у партнёров.

3. У танцоров, имеющих высокую экспертную оценку, в состоянии покоя отмечена явная спортивная брадикардия (партнерша ЧСС=52 уд/мин; партнер

ЧСС=60 уд/мин), выражены предстартовые сдвиги ЧСС у партнера за минуту до старта; максимальные сдвиги ЧСС партнёрш (190 уд/мин) и партнеров (210 уд/мин) наблюдаются при исполнении танца Jive.

4. У танцоров, имеющих высокую экспертную оценку, установлена максимально выраженная синхронизация хронотропных характеристик деятельности сердца на протяжении исполнения латиноамериканской программы, что может говорить о высокой специальной работоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соронович, И. Особенности функционального обеспечения соревновательной деятельности спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в спортивных танцах / И. Соронович, Т. Рожкова, О. Бойко // Наука в олимпийском спорте. – 2018. – № 1. – С. 28-32.
2. Bonnette, R. The differential effect of indirect instruction in the teaching of sport skills on critical thinking and self-esteem of early adolescent boys placed at risk / R. Bonnette, R. E. McBride, H. Tolson // Sport, Education and Society. – 2001. – Vol. 6. – № 2. – pp. 183-198.
3. Показатели вертикальной устойчивости и функционального состояния сердечно-сосудистой системы как критерии успешности в экстремальной деятельности человека (на примере спортивных бальных танцев) / Н.Н. Захарьева, А.В. Михайлова, Е.И. Малиева, И.Д. Коняев // Экстремальная деятельность человека. – № 4(54). – 2019. – С. 76-81.
4. Ли, Бо. Повышение специальной подготовленности на основании аэробных возможностей в спортивных танцах: автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. наук по физ. воспитанию и спорту / Бо Ли. – К., 2011. – 24 с.
5. К проблеме срыва ритма дыхания у танцоров высокой квалификации в финале соревнований / Н.Н. Захарьева, Н.Ф. Сингина, С.В. Сиротенко, Ж.С. Титкова // Теория и практика физической культуры и спорта. – № 1. – 2016. – С. 31-33.
6. Захарьева, Н. Н. Половые особенности психофизиологических характеристик танцоров с различным психоэмоциональным напряжением / Н. Н. Захарьева, И. Д. Коняев // Материалы X Всероссийской с международным участием

- школы – конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности, посвященной памяти Инессы Бенедиктовны Козловской и приуроченной «К году науки и технологий», «Новые подходы к изучению проблем физиологии экстремальных состояний» 28 июня – 1 июля 2021 ГНЦРФ ИНБП РАН – М. – 2021. – С. 132.
7. Захарьева, Н. Н. Особенности реакций кардиореспираторной системы на нагрузку у танцоров при исполнении латиноамериканской и стандартной программы / Н. Н. Захарьева, Е. Ф. Соколова // Материалы конференции «Актуальные проблемы спорта высших достижений» РГУФКСМиТ июнь 2011. – С. 23-27.
8. Шевченко, А. Особенности пульсовых режимов у партнеров в спортивных танцах в предсоревновательный период. / А. Шевченко // Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць (Физическая культура, спорт и здоровье нации: сб. научн. работ); гл. ред. В. М. Костюкевич. – 2016. – С. 297-302.
9. Баевский, Р. М. Физиологические основы кибернетического анализа сердечного ритма / Р. М. Баевский; Ритм сердца у спортсменов. Под общ. ред. Р. М. Баевского, Р. Е. Мотылянской. – М.: ФиС. – 1986. – С. 7-20.

REFERENCES

1. Soronovich I., Rozhkova T., Wojko O. Features of functional support of competitive activity of elite athletes specializing in sport dance. *Science in Olympic sports*, 2018, no. 1, pp. 28-32. (in Russ.)
2. Bonnette R., McBride R.E., Tolson H. The differential effect of indirect instruction in the teaching of sport skills on critical thinking and self-esteem of

early adolescent boys placed at risk. *Sport, Education and Society*, 2001, vol. 6, no. 2, pp. 183-198.

3. Zakhar'eva N.N., Mikhajlova A.V., Malieva E.I., Konyaev I.D. Indicators of upright stability and cardiovascular system functional state of high qualification dancers. *Extreme human activity*, no. 4 (54), 2019, pp. 76-81.

4. Li Bo. Improving special fitness based on aerobic capabilities in sport dance: an author's abstract. 2011. 24 p. (in Russ.)

5. Zakhar'eva N.N., Singina N.F., Sirotenko S.V. Titkova Zh.S. Failure of respiratory rhythm in elite dancers in the final. *Theory and Practice of Physical Culture*, no. 1, 2016, pp. 31-33. (in Russ.)

6. Zakhar'eva N.N., Konyaev I.D. Gender features of psychophysiological characteristics of dancers with various level of psychoemotional stress. Materials of the X All-Russian School Conference with International Participation on the muscle and muscular activity physiology, dedicated to the memory of Inessa Benediktovna Kozlovskaya and timed to

"the Year of Science and Technology": "New Approaches to the Study of the Problems of the Extreme Conditions Physiology", June 28 – July 1, 2021. Moscow: Institute of Biomedical Problems, 2021, p. 132. (in Russ.)

7. Zakhar'eva N.N., Sokolova E.F. Features of the reactions of the cardiorespiratory system to the load of dancers when performing Latin American and standard programs. Materials of the Conference "Relevant Problems of Peak Performance Sports" SCOLIPE, June 2011. pp. 23-27. (in Russ.)

8. Shevchenko A. Features of pulse modes in partners in sport dance during the pre-competition period. *Physical Culture, Sport and Health of the Nation: collection of scientific works*, ed. by V.M. Kostyukevich, 2016. pp. 297-302. (in Russ.)

9. Baevskij R.M. Physiological foundations of the heart rate cybernetic analysis of. *Heart rhythm in athletes*. Ed. by R.M. Baevskij, R.E. Motylyanskaya. Moscow: FiS, 1986. pp. 7-20. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Даниил Анатольевич Кардаш – магистрант, ФГБОУ ВО "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)", Москва, e-mail: daniil-kardash@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8956-5259.

Наталья Николаевна Захарьева – доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО "Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)", Москва, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9849-0631.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Daniil Anatol'evich Kardash – Master Student, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, e-mail: daniil-kardash@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8956-5259.

Natal'ya Nikolaevna Zahar'eva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9849-0631.

Для цитирования: Кардаш, Д. А. Использование показателей пульсометрии в оценке специальной работоспособности танцоров латиноамериканской программы / Д. А. Кардаш, Н. Н. Захарьева // Современные вопросы биомедицины – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_45

For citation: Kardash D.A., Zahar'eva N.N. Use of indicators in the evaluation of specific performance of Latin dancers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_45

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_46
УДК 796.4; 612.7

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_46
UDC 796.4; 612.7

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА ДЛЯ ОТБОРА И КОНТРОЛЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

Ю.В. Корягина, С.В. Нопин

ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Целью данной работы явилось определение задач и направлений медико-биологической и психологической диагностики спортивного резерва для отбора и контроля в художественной гимнастике. Контент-анализ литературных источников российских и зарубежных исследователей, находящиеся в базах данных Google scholar и РИНЦ. Результаты исследования показали, что задачами и направлениями медико-биологической и психологической диагностики спортивного резерва для отбора и контроля в художественной гимнастике является определение морфологического статуса, гибкости, координационных способностей, вестибулярной устойчивости и специальной физической подготовленности. Диагностика значимых для успешной деятельности в художественной гимнастике свойств организма на последующих этапах спортивной подготовки (в динамике) позволит определить эффективность подготовки и сделанного прогноза, дальнейшие пути развития тренированности, выявить и предотвратить нарушения в состоянии здоровья. Также в связи с тем, что факторами успешности гимнасток являются особенности гипостенической конституции и повышенная гибкость (гипермобильность суставов), одновременно являющиеся маркерами соединительнотканной дисплазии, необходимо при отборе рекомендовать проведение эхокардиографии, а при занятиях – диспансерное наблюдение у кардиолога.

Ключевые слова: художественная гимнастика, спортивный отбор, спортивная ориентация, контроль в спорте, координационные способности, гибкость.

TASKS AND DIRECTIONS OF DIAGNOSING THE SPORTS RESERVE IN RHYTHMIC GYMNASTICS

Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin

FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Annotation. The purpose of this work was to determine the tasks and directions of medical, biological and psychological diagnostics of the sports reserve for selection and control in rhythmic gymnastics. Content analysis of literature sources of Russian and foreign researchers located in the Google scholar and the RSCI databases. The results of the study revealed that the tasks and directions of the biomedical and psychological diagnosis of the sports reserve for selection and control in rhythmic gymnastics are to determine the morphological status, flexibility, coordination abilities, vestibular stability and special physical fitness. Diagnosis of the body properties that are important for successful activity in rhythmic gymnastics at the subsequent stages of sports training (in dynamics) will allow determining the effectiveness of preparation and the forecast made, further ways of developing fitness, identifying and preventing health disorders. Also, due to the fact that the success factors of gymnasts are the features of the hyposthenic constitution and increased flexibility (hypermobility of the joints), which are simultaneously markers of connective tissue dysplasia, it is necessary to recommend echocardiography during selection, and follow-up with a cardiologist during classes.

Keywords: rhythmic gymnastics, sports selection, sports orientation, control in sports, coordination abilities, flexibility.

Введение Современная художественная гимнастика характеризуется напряженностью соревновательной деятельности и тренировочного процесса, постоянно повышающейся координационной сложностью выполняемых упражнений, необходимостью формирования стабильных и надежных навыков [1-2]. Особая роль в художественной гимнастике отводится координационным способностям и вестибулярной устойчивости [1], специфическим восприятиям, к которым относят «чувства» времени, ритма, темпа, предмета, равновесия, пространства. Наряду с диагностикой данных способностей в период начального отбора и спортивной ориентации специалисты отмечают необходимость их контроля, а также контроля состояния здоровья и функционального состояния на последующих этапах спортивной тренировки [3]. Имеется мнение о большой роли выявления темпов прироста специализированных спортивных качеств и функциональных свойств в процессе тренировки, что подтверждает необходимость не только начальной, но и этапной их диагностики с применением стандартной специально разработанной технологии тестирования [4].

Цель работы: определить задачи и направления медико-биологической и психологической диагностики спортивного резерва для отбора и контроля в художественной гимнастике.

Методы и организация исследования. В работе применялся метод контент-анализа литературных источников российских и зарубежных исследователей. Анализировались статьи, находящиеся в базах данных Google scholar и РИНЦ.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследовательские работы, посвященные выявлению талантов в гимнастике, фокусируются на выявлении молодых гимнасток, которые демонстрируют характеристики для потенциального успеха в будущем.

Специалистами Гентского университета (Бельгия) на протяжении 5 лет было проведено ретроспективное исследование

по сравнению различных моделей прогноза талантов гимнасток. Как было показано, тренеры правильно классифицировали талантливых гимнасток только на 51,9%. Дискриминантный анализ улучшил классификацию до 71,6%, в то время как нелинейный метод Кохонена достиг правильности – 73,7%. Применение многослойного перцептрона еще правильнее определило перспективы успешности гимнасток – 79,8%. Авторы отмечают, что комбинация различных моделей прогноза успешности может помочь избежать ошибок в отборе и снизить затраты на 33,3% [5].

Другие исследователи в своей работе пришли к мнению, что в связи со сложностью и большим отсевом при занятиях художественной гимнастикой, батарея применяемых тестов должна не только обеспечивать критерии отбора, но и фокусироваться на возможном переходе к другим гимнастическим дисциплинам или даже другим видам спорта. Только гимнасты с наилучшим профилем по «большинству» параметров, связанных с выполнением упражнений, могут иметь наибольшие шансы удерживать высокую нагрузку, поскольку они добиваются лучшего прогресса в своих тренировочных усилиях. Это также позволит сохранить здоровье детей [6].

Проведенные комплексные исследования свидетельствуют о том, что в художественной гимнастике для достижения высоких результатов необходимо иметь хорошие морфологические данные с высокой степенью прогнозных значений, владеть уникальным сочетанием физических, психических и двигательных способностей, важна высококвалифицированная оценка состояния здоровья, внешних данных, физических качеств и темпов их прироста, специальных способностей: пластичности, музыкальности, выразительности и артистизма [7].

Ученые из Санкт-Петербурга для оценки успешности и прогноза в гимнастике рекомендуют определять специальную физическую подготовленность с помощью

тестов на гибкость, подвижность тазобедренных суставов, оценку скоростно-силовых способностей, вестибулярной устойчивости [8-9].

Некоторые специалисты предлагают спортивный отбор для занятий художественной гимнастикой проводить в 2 этапа. На первом этапе с помощью медико-биологических методов определяются уровень физического развития, морфофункциональные особенности, состояние анализаторных систем организма спортсмена и состояние его здоровья. С помощью педагогических методов оценивается уровень развития физических качеств, координационных способностей и спортивно-технического мастерства юных спортсменов. На втором проводится психологическое обследование [10].

В своем исследовании специалисты Астраханского государственного университета определили, что критериями первичного отбора в художественной гимнастике является возраст начала занятий, который находится в диапазоне от 4,5 до 5,3 года. Оценка конституционных особенностей ребенка является одним из основных критериев первичного отбора. Предпочтение отдается девочкам мускульно-астенического типа, с узким тазом, тонкой костью и удлиненной формой мышц (рост – 110-123 см; вес – 19-23 кг). При определении спортивной пригодности рассматривают показатели физического развития и особенности телосложения, врожденные качества, развитие физических качеств: гибкости, скоростно-силовых качеств (прыгучесть), развитие координации и вестибулярной устойчивости [11].

Следовательно, большинство ученых сходятся во мнении, что ведущими факторами успешности в художественной гимнастике являются конституция, координационные способности и гибкость [12-13]. На это указывают данные о том, что в основном художественной гимнастикой занимаются девочки микро- и мезосомного типов (50,0% и 36,7%). По пропорциональному уровню варьирования 66,7% девочек

относительно длинноногие [13]. Вместе с тем гибкость, астеническое телосложение и удлинение конечностей по отношению к туловищу: долихостеномелия (длинные тонкие конечности) и арахнодактилия (удлиненные и утонченные пальцы), что также является одними из фенотипических признаков соединительнотканной дисплазии [14]. Генерализованная и выраженная гипермобильность на фоне высокой подвижности в тазобедренных суставах и позвоночнике в первые годы занятий художественной гимнастикой отмечается у 29% девочек [15]. При этом определяются и другие маркеры соединительнотканной дисплазии – астеническое телосложение, относительное удлинение конечностей, пальцев кисти, удлинение второго пальца кисти относительно четвертого. По результатам эхокардиографии (ЭхоКГ) исследований у гимнасток 5-7 лет пролапс митрального клапана или ложные хорды левого желудочка диагностированы в 17,2% случаев, причем в основном на фоне генерализованной и выраженной гипермобильности суставов – 35,3% относительно 9,75% случаев, что необходимо учитывать при организации медицинского контроля в этой группе юных спортсменок. Гимнастки с синдромом соединительнотканной дисплазии сердца должны находиться под диспансерным наблюдением у кардиолога и проходить обследование 2 раза в год [15].

Определяя роль развития физических качеств в прогнозировании успешности гимнасток, ученые отводят значимую роль гибкости, предлагая батарею тестов для комплексной оценки: «МОСТ» – оценивается подвижность позвоночного столба в поясничном отделе; «ШПАГАТ» – оценивается подвижность в тазобедренных суставах; «НАКЛОН ВПЕРЕД» – оценивается подвижность суставов, «УДЕРЖАНИЕ НОГИ» – оценивается показатель активной гибкости; «НАКЛОН СИДЯ» – оценивается также подвижность тазобедренных суставов; «ПОДЪЕМ СТОПЫ» – оценивается

гибкость стопы; «ПРЫЖОК ВВЕРХ» – оценивается прыгучесть; «ВЫКРУТ» – оценивается подвижность плечевых суставов; «СГИБАНИЕ И РАЗГИБАНИЕ РУК» – оценивается динамическая силовая выносливость сгибателей рук [16].

Многие специалисты определяют координацию, как основной фактор успешности в художественной гимнастике. Так, ученые факультета медицины и здоровья Гентского университета (Бельгия) определяли, какие из двигательных характеристик были связаны со спортивной результативностью гимнасток, показанной на соревнованиях 2 года спустя. Результаты показали взаимосвязь двигательных характеристик, продемонстрированных за 2 года до соревнований с текущим соревновательным результатом у элитных гимнасток. Исследователи отмечают, что для раннего выявления талантливых гимнасток наиболее ценным является тест на координацию движений [17]. Это подтверждается и другими исследованиями, в которых ученые отмечают как наибольший тест прогноза таланта – тест на способность держать динамическое равновесие [18].

Сотрудники факультета теории и практики спорта для всех Варшавского университета физической культуры имени Юзефа Пилсудского отмечают, что одним из наиболее важных факторов, влияющих на спортивное выступление, является соматическая конституция, которая также является важным фактором физической формы. Эктоморфный компонент является основным компонентом, участвующим в развитии телосложения гимнасток [12].

В Российской Федерации вопросами отбора и контроля в художественной гимнастике преимущественно занимаются научные школы Санкт-Петербургского университета физической культуры и спорта и Сургутского государственного университета.

Результаты российских гимнасток на международной арене достаточно высокие, что связано с сильным тренерским составом и с большим опытом подготовки. Основной

задачей отбора девочек, желающих заниматься художественной гимнастикой, является разносторонняя оценка систем организма, обеспечивающих успешное освоение спортивной техники, развитие двигательных способностей и высокой работоспособности [10].

В своем диссертационном исследовании Е.В. Павлова отмечает, что высокая степень исходных показателей и темпы прироста координационных способностей являются наиболее значимым фактором в совершенствовании системы отбора в художественной гимнастике. Она рекомендует использовать тесты на координационные способности для контроля на последующих этапах спортивной подготовки. Данная батарея тестов должна включать тесты на реагирование, ориентирование, согласование, равновесие, статокINETическую устойчивость, дифференцирование и темпоритмовую активность [1].

Ученые Дальневосточной академии физической культуры предложили 6 контрольных упражнений, отражающих по их мнению наиболее важные качества в художественной гимнастике. При проведении тестирования на оценку физических качеств с целью учета влияния одних физических качеств на другие придерживались следующей последовательности заданий: упражнения для оценки гибкости; упражнения для оценки скоростно-силовых способностей; упражнения на координацию; упражнения для оценки вестибулярной устойчивости; упражнения для оценки силы; упражнения для оценки выносливости [19].

В связи с этим, контроль и оценка координационных способностей на различных этапах тренировочного процесса, не только активизирует систему спортивного отбора, но и позволяет уже на начальном этапе увидеть те ведущие факторы, которые обеспечивают высокий и стабильный результат в спорте высших достижений [20].

В.Л. Ботяевым и Е.В. Павловой сформирован комплекс тестов оценки и контроля координационных способностей, наиболее

значимых в технико-тактическом совершенствовании в художественной гимнастике: способность к ориентированию, способность к равновесию, статокинетическая способность, способность к согласованию и перестроению, темпо-ритмовая способность, способность к дифференцированию пространственных и временных параметров движения [21].

Заключение. Таким образом, анализ научно-исследовательских работ российских и зарубежных специалистов показал, что задачами и направлениями медико-биологической и психологической диагностики спортивного резерва для отбора и контроля в художественной гимнастике является определение морфологического статуса, гибкости, координационных способностей, вестибулярной устойчивости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлова, Е. В. Совершенствование системы спортивного отбора в художественной гимнастике на основе показателей развития координационных способностей: автореферат дис. ... канд. пед. наук / Елена Владимировна Павлова. – Сургут. гос. пед. ун-т, 2008. – 25 с.
2. Шинкарук, О. А. Художественная гимнастика: отбор и ориентация подготовки спортсменок в групповых упражнениях / О. А. Шинкарук, И. С. Сиваш,. – Киев: Олимпийская литература, 2016. – 120 с.
3. Светличкина, А. А. Дифференциально-диагностические критерии сердечно-сосудистой системы у занимающихся художественной гимнастикой / А. А. Светличкина, А. В. Доронцев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 1(143). – С. 181-184.
4. Нопин, С. В. тестирование функционального состояния опорно-двигательного аппарата спортсменов циклических и ситуационных видов спорта / С. В. Нопин, Ю. В. Корягина, Г. Н. Тер-Акопов // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 4. – С. 25-27.
5. The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts / B. Vandorpe, J. Vandendriessche, R. Vaeyens, J. Pion // Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30:5. – pp. 497-505, DOI: 10.1080/02640414.2012.654399.
6. Ghent, A. Talent in Female Gymnastics: a Survival Analysis Based upon Performance Characteristics / A. Ghent // Int J Sports Med. – 2015. – Vol. 36. – pp. 935-940.
7. Шинкарук, О. А. Концепция формирования системы подготовки, отбора спортсменов и их ориентации в процессе многолетнего совершенствования / О. А. Шинкарук // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports. – 2012. – № 12. – С. 144-148.
8. Карпенко, Л. А. Методика оценки и развития физических способностей у занимающихся художественной гимнастикой / Л. А. Карпенко, И. А. Винер-Усманова, В. А. Сивицкий. – 2007. – 76 с.
9. Авторские методики развития физических качеств в художественной и эстетической гимнастике / Карпенко Л. А., Румба О. Г., Степанова И. А. [и др.] // Теория и методика физической подготовки в художественной и эстетической гимнастике. – 2014. – С. 153-245.
10. Горшкова, Н. Е. Отбор и ориентация детей младшего школьного возраста для занятий художественной гимнастикой / Н. Е. Горшкова, С. В. Коротовских // Зауральский научный вестник. – 2013. – № 2. – С. 117-118.
11. Краснова, В. И. Методика и критерии отбора спортсменок в художественную гимнастику /

В. И. Краснова, И. Е. Янкевич, Н. В. Ермолина // Медико-биологические, клинические и социальные вопросы здоровья и патологии человека. – 2016. – С. 285-286.

12. Broda, D. The dynamic balance and body build types of girls aged 8-11 years old who practice rhythmic gymnastics / D. Broda, T. Poliszczuk // Mezinárodní stu-dentská vědecká konference UK FTVS v Praze. – 2009. – pp. 11-15.

13. Гладких, Н. Н. Дисрегуляция сердечно-сосудистой системы и возможности ее ранней диагностики при синдроме дисплазии соединительной ткани: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Наталья Николаевна Гладких. – Ставрополь, 2003. – 21 с.

14. Взаимосвязь силы мышц и подвижности в суставах у девочек, занимающихся художественной гимнастикой / Т.Е. Сиверкина, С.Г. Чернова, Д.И. Савченко, Т.Е. Симица // Культура физическая и здоровье. – 2021. – № 2. – С. 166-170.

15. Синдром соединительнотканной дисплазии сердца как фактор риска отбора спортсменок в художественной гимнастике / В.С. Василенко, Н.Д. Мамиев, Е.Б. Карповская, А.Б. Шаповалова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 240-240.

16. Дражина, И. В. Информативность тестов отбора в группы начальной подготовки по художественной гимнастике / И. В. Дражина, В. А. Иванский // Теоретические и практические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – С. 289-293.

17. Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics / J. Pion, A. Hohmann, T. Liu, M. Lenoir // Journal of Sports Sciences. – 2017. – Vol. 35:8. – pp. 806-811, DOI: 10.1080/02640414.2016.1192669.

18. Poliszczuk, T. Somatic constitution and the ability to maintain dynamic body equilibrium in girls practicing rhythmic gymnastics / T. Poliszczuk, D. Broda // Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism. – 2010. – Vol. 16. – № 2. – pp. 94-99.

19. Колиненко, Е. А. Методика спортивного отбора на этапе начальной подготовки в художественной гимнастике / Е. А. Колиненко, В. Е. Могилев, А. А. Ашарина // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2017. – № 1. – С. 147-152.

20. Медведева, Е. Н. К обоснованию необходимости повышения эффективности спортивной ориентации и отбора на начальном этапе подготовки в гимнастических дисциплинах / Е. Н.

Медведева, Ф. Ф. Гаиров, В. С. Терехин // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 11 (105). – С. 94-98.

21. Ботяев, В. Л. Взаимосвязь и динамика проявления координационных способностей как фактор актуализации системы спортивного отбора / В. Л. Ботяев, Е. В. Павлова // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 2. – С. 23-26.

REFERENCES

1. Pavlova E.V. Improving the system of sports selection in rhythmic gymnastics on the basis of indicators of the coordination abilities' development of: an author's abstract. Surgut State Pedagogical University, 2008. 25 p. (in Russ.)
2. Shinkaruk O.A., Sivash I.S. Rhythmic gymnastics: selection and orientation of athletes' training in group exercises. Kiev: Olimpijskaya literatura, 2016. 120 p. (in Russ.)
3. Svetlichkina A.A., Dorontsev A.V. Differential diagnostic criteria of the cardiovascular system in those engaged in rhythmic gymnastics. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2017, no. 1(143), pp. 181-184. (in Russ.)
4. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Testing of the functional state of the musculoskeletal system of athletes in cyclic and situational sports. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 4, pp. 25-27. (in Russ.)
5. Vandorpe B., Vandendriessche J.B., Vaeyens R., Pion J. The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 2012, vol. 30:5, pp. 497-505, DOI: 10.1080/02640414.2012.654399.
6. Ghent A. Talent in Female Gymnastics: a Survival Analysis Based upon Performance Characteristics. *Int J Sports Med*, 2015, vol. 36, pp. 935-940.
7. Shinkaruk O.A. The concept of forming a system of training, selection of athletes and their orientation in the process of long-term improvement. *Pedagogy, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2012, no. 12, pp. 144-148. (in Russ.)
8. Karpenko L.A., Viner-Usmanova I.A., Sivitskij V.A. Methods of assessment and development of physical abilities in those engaged in rhythmic gymnastics, 2007, 76 p. (in Russ.)
9. Karpenko L.A., Rumba O.G., Stepanova I.A., Klyuchinskaya T.N., Pirozhkova E.A., Tsepelevich I.V. The author's methods of developing physical qualities in artistic and aesthetic gymnastics. Theory and methodology of physical training in rhythmic

- and aesthetic gymnastics, 2014. pp. 153-245. (in Russ.)
10. Gorshkova N. E., Korotovskikh S. V. Selection and orientation of primary school children for rhythmic gymnastics. *Trans-Ural Scientific Bulletin*, 2013, no. 2, pp. 117-118. (in Russ.)
11. Krasnova V. I., Yankevich I. E., Ermolina N. V. Methods and criteria for the selection of female athletes in rhythmic gymnastics. *Biomedical, Clinical and Social Issues of Human Health and Pathology*, 2016, pp. 285-286. (in Russ.)
12. Broda D., Poliszczuk T. The dynamic balance and body build types of girls aged 8-11 years old who practice rhythmic gymnastics. *Mezinárodní studentská vědecká konference UK FTVS v Praze*, 2009, pp. 11-15.
13. Gladkikh N.N. Dysregulation of the cardiovascular system and the possibility of its early diagnosis in connective tissue dysplasia syndrome: an author's abstract. Stavropol, 2003. 21 p. (in Russ.)
14. Siverkina T.E., Chernova S.G., Savchenko D.I., Simina T.E. Interrelation of muscle strength and mobility in joints in girls engaged in rhythmic gymnastics. *Physical culture and Health*, 2021, no. 2, pp. 166-170. (in Russ.)
15. Vasilenko V.S., Mamiev N.D., Karpovskaya E.B., Shapovalova A.B. The syndrome of connective tissue dysplasia of the heart as a risk factor for the selection of athletes in rhythmic gymnastics. *Modern Problems of Science and Education*, 2015, no. 3, pp. 240-240. (in Russ.)
16. Drazhina I.V., Ivanskij V.A. Informational content of selection tests for groups of initial training in rhythmic gymnastics. *Theoretical and Practical Problems of Physical Culture and Sports*, 2015, pp. 289-293. (in Russ.)
17. Pion J., Hohmann A., Liu T., Lenoir M. Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics. *Journal of Sports Sciences*, 2017, vol. 35:8, pp. 806-811. DOI: 10.1080/0264-0414.2016.1192669.
18. Poliszczuk T., Broda D. Somatic constitution and the ability to maintain dynamic body equilibrium in girls practicing rhythmic gymnastics. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 2010, vol. 16, no. 2, pp. 94-99.
19. Kolenenko E.A., Mogilev V.E., Asharina A.A. Methods of sports selection at the stage of initial training in rhythmic gymnastics. *Bulletin of the Tula State University. Physical Culture. Sport*, 2017, no. 1, pp. 147-152. (in Russ.)
20. Medvedeva E.N., Gaibov F.F., Terekhin V.S. On explaining the need to improve the effectiveness of sports orientation and selection at the initial stage of training in gymnastic disciplines. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2013, no. 11(105), pp. 94-98. (in Russ.)
21. Botyaev V.L., Pavlova E.V. Interrelation and dynamics of the signs of coordination abilities as a factor of updating the sports selection system. *Bulletin of Sports Science*, 2008, no. 2, pp. 23-26. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ЦМБТ ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки, e-mail: work800@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Yulia Vladislavovna Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Sergej Victorovich Nopin – Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Biomedical Technologies Center, FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.

Для цитирования: Корягина, Ю. В. Задачи и направления диагностики спортивного резерва для отбора и контроля в художественной гимнастике / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_46

For citation: Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Tasks and directions of diagnosing the sports reserve in rhythmic gymnastics. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_46

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_47
УДК 796.012.134:37.037.1

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_47
UDC 796.012.134:37.037.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА

Л.П. Пягай¹, Г.И. Семёнова²

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье проанализированы результаты комплексного тестирования скоростных качеств у студентов 1 курса Омского аграрного университета. Выявлялись элементарные и комплексные формы проявления скоростных качеств. Проанализированы особенности проявления скоростных качеств в процессе физкультурно-спортивной деятельности обучающихся вузов. Использовались физиологические и педагогические методики тестирования. Для организации исследования и вовлечения обучающихся, применялись интерактивные формы, а именно проблемное обучение и работа в малых группах. Разработаны критерии оценки тестовых упражнений для исследуемых лиц молодого возраста. Получены новые статистические данные об уровне развития скоростных качеств у студентов 1 курса на основе комплексного подхода.

Ключевые слова: скоростные качества, студенты, двигательная реакция, быстрота движений, физиологическое тестирование, методы исследования, физическое воспитание.

STUDY OF VELOCITY QUALITIES OF STUDENTS BASED ON A COMPREHENSIVE APPROACH

L.P. Pyagaj¹, G.I. Semenova²

¹Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

²Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Annotation. This study analyzes the results of comprehensive testing of velocity qualities of 1st year students at the Omsk Agrarian University. We have revealed simple and complex forms of velocity qualities' manifestation. We have also analyzed the features of these qualities in the process of physical culture and sport activities of university students. Physiological and pedagogical testing methods were used. To organize the study and involvement of students, we have applied interactive forms, namely the problem-based learning and small group work. Assessment criteria of test exercises were developed for the young people under study. New statistical data were obtained on the level of velocity qualities' development among 1st year students on the basis of a comprehensive approach.

Keywords: velocity qualities, students, motor reaction, movement velocity, physiological testing, research methods, physical education.

Введение. Педагогические наблюдения на практических занятиях и результаты тестирования физической подготовленности студентов 1 курса указывают на снижение уровня развития скоростных качеств по сравнению с предыдущими годами [1-2]. Данная ситуация не может оставаться без внимания преподавателей физического воспитания. В вузах принято

проводить контроль уровня развития физической подготовленности обучающихся в следующих формах: входной контроль; текущий контроль; контрольный срез в процессе полу-семестровой аттестации; итоговый контроль; прием нормативов ВСК ГТО. Анализ научно-методической литературы показал, что для определения уровня развития быстроты при всех видах контроля

используют стандартный тест – «Бег 100 метров» с высокого или низкого старта [3].

Однако, проявление скоростных качеств в процессе физкультурно-спортивной деятельности гораздо шире, чем способность преодолевать расстояние за минимальный промежуток времени. Скоростные способности человека очень специфичны. На это указывает специфика видов спорта, которые обучающиеся вузов выбирают в рамках изучения дисциплины «Элективные курсы по физической культуре и спорту». Это спортивные игры, единоборства, оздоровительные и спортивные виды гимнастики, циклические виды спорта, многоборье. В своих исследованиях О.М. Мирзоев показывает относительную независимость между отдельными формами скоростных способностей [4].

По нашему мнению, необходимо выявить у испытуемых скорость выполнения двигательных действий в различных ее проявлениях. Такое исследование позволит получить новые статистические данные об уровне развития скоростных качествах у студентов 1 курса на основе комплексного подхода. Полученные результаты позволят корректировать и актуализировать содержание рабочей программы в процессе физического воспитания студентов. Считается, что скоростные способности активно развиваются у юных спортсменов. При этом наиболее благоприятным периодом для мальчиков считается возраст до 14-16 лет, а для девочек – до 11-14 лет. С физиологической точки зрения это объясняется тем, что в таком возрасте свойственна большая подвижность нервных процессов в коре головного мозга [5].

В связи с вышеизложенным возникает проблема – сохранение уровня развития быстроты и её совершенствование у юношей и девушек в возрасте 17-22 лет, в период обучения в вузе. Необходимо решить, какие средства и методы использовать педагогу в высшей школе, когда развитие скоростных способностей не совпадает с сенситивным периодом.

Методы и организация исследования.

Опираясь на мнения авторитетных исследователей данного вопроса, мы разработали программу педагогического эксперимента, который состоял из следующих этапов.

Первый этап – январь-февраль 2022 г. включал в себя разработку темы исследования, анализ научно-методической литературы, формулировку цели и задач исследования, выбор средств педагогического тестирования, написание и публикации тезисов.

Второй этап – март-апрель 2022 г. заключался в проведении тестирования студентов 1 курса двух факультетов (факультет агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования (АПЭПиВ), агротехнологический факультет (АТФ)).

На третьем этапе – май-июнь 2022 г., осуществлялась обработка полученных результатов исследования, проводился сравнительный анализ, формулировались выводы.

Для организации исследования и вовлечения обучающихся, применялись интерактивные формы, а именно проблемное обучение и работа в малых группах. Таким образом, обучающиеся имели возможность приобрести необходимые навыки исследовательской деятельности в области физической культуры и спорта: аналитической деятельности, навыки коллективных действий, а также методов контроля и математико-статистической обработки результатов тестирования.

Анализ научно-методической литературы позволил нам провести выборку наиболее информативных тестов, которые выявляют разные стороны проявления быстроты движений, а также дифференцируют элементарные и комплексные формы проявления скоростных способностей [6-7].

В нашем эксперименте для реализации комплексного подхода мы выбрали для исследования тесты, определяющие элементарные формы проявления скоростных качеств, такие как:

- оценка способности к быстрому реагированию («Ловля линейки»);
- оценка способности к выполнению движений в максимальном темпе (подсчет шагов при беге на месте в течение 10 с);
- оценка способности к выполнению движений с максимальной скоростью (теппинг-тест).

Также были отобраны тесты, определяющие комплексные формы проявления скоростных способностей:

- оценка скорости, проявляемой в целостных двигательных действиях (бег 30 метров с хода);
- бег 100 метров с низкого старта.

Анализ источников позволил адаптировать и конкретизировать критерии оценки тестовых упражнений для юношей и девушек 1 курса университета (табл. 1).

Таблица 1

Критерии оценки тестовых упражнений для девушек и юношей 17-22 лет

Тест	пол	Уровень развития скоростных качеств		
		низкий	средний	высокий
Ловля линейки (см)	д	35	26-19	15
	ю	35	26-19	15
Бег на месте за 10 с (кол-во раз)	д	36	37-46	47
	ю	37	38-47	48
Теппинг-тест (кол-во точек)	д	50	60	70
	ю	50	60	70
Бег 30 м с хода (с)	д	7,0	6,0	5,1
	ю	6,0	5,4	4,3
Бег 100 м (с)	д	19	17,4	16,4
	ю	16,0	15,0	14,2

Примечание: Д – девушки, Ю – юноши

Физиологическое тестирование, определяющее уровень развития элементарных форм проявления скоростных качеств, проводилось во время аудиторных занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт». Под контролем преподавателя студенты, организованные в малые группы, самостоятельно выполняли контрольные тесты и заполняли отчетные протоколы. Применялась методика С.А. Думанина [8] для оценки способности к быстрому реагированию. Под реагирующей способностью понимается умение быстро отвечать на различные сигналы, в данном случае – после предварительной команды «Внимание!» исследователь отпускает линейку. Задача испытуемого – отреагировать и поймать падающую вниз линейку как можно быстрее.

Для определения способности к выполнению движений в максимальном темпе

применялся тест «Подсчет шагов при беге на месте в течение 10 с», который чаще всего используют для оценки выполняемых нагрузок в настольном теннисе [9]. Однако в доступной нам литературе мы не обнаружили критериев для возрастной группы 17-22 года. В связи с этим, при обследовании 100 человек данной возрастной группы, была проведена рейтинговая оценка полученных результатов тестирования, и на этом основании определили уровни развития данного качества в соответствии с гендерным признаком.

Теппинг-тест, как элемент психодиагностики, получил распространение при профориентации и для психологического консультирования. В спортивной практике данный тест применяется для оценки стратегии адаптации к физической нагрузке на основе диагностики свойств нервной системы, определяющих скоростные

качества спортсмена. Оценка двигательной реакции являлась показателем уровня развития координационных способностей человека [10-11]. Наша интерпретация данного теста заключалась в измерении количества движений кистью за 10 секунд в максимальном темпе, ударами карандашом по лежащему листу бумаги в квадрате 10x10 см. Затем подсчитывалось число точек на бумаге. Таким образом, мы использовали полученные результаты однократного измерения скорости движений для оценки быстроты.

В беговых тестах на дистанциях 30 и 100 метров использовалась стандартная методика, которая применяется при массовых видах контроля физической подготовленности. Результат измеряется с точностью до 0,1 с.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе обработки данных методом математической статистики мы получили следующие результаты тестирования, которые представлены в таблицах 2 и 3. Полученные данные тестов показывают, что уровень развития скоростных качеств у

юношей и девушек можно характеризовать как средний. Однако в ходе проведения тестирования и оценки полученных результатов были зарегистрированы как низкие, так и высокие результаты. Это подтверждают показатели среднеквадратичного отклонения, которые отражают высокую степень отклонения выборочных данных от средней величины, демонстрируют нам большой разброс практически во всех приведенных тестах и не могут служить в дальнейшем исходным показателем при проведении повторного тестирования по окончании педагогического эксперимента.

Так, например, частота движений рук у юношей в теппинг-тесте на факультете АПЭПиВ составляет в среднем $40,6 \pm 9,4$ точек; на факультете АТФ – $42,5 \pm 11,2$ соответственно. Это результат низкого уровня развития. В беге на месте мы наблюдаем большой разброс зарегистрированных движений – $41,9 \pm 10,1$ и $42,2 \pm 17,2$ (кол-во раз). В тесте «Ловля линейки» среднее квадратичное отклонение приблизилось к 50% уровню исследуемого показателя ($21,4 \pm 9,5$ и $19,8 \pm 8,2$) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты тестирования скоростных качеств у юношей

Тест	АПЭПиВ (n= 42)	АТФ (n=58)	p
Ловля линейки (см)	$21,4 \pm 9,5$	$19,8 \pm 8,2$	$>0,05$
Бег на месте за 10 с (кол-во)	$41,9 \pm 10,1$	$42,2 \pm 17,2$	$>0,05$
Теппинг-тест (кол-во точек)	$40,6 \pm 9,4$	$42,5 \pm 11,2$	$<0,05$
Бег 30 м с хода (с)	$5,8 \pm 2,4$	$6,2 \pm 1,8$	$>0,05$

У девушек в ходе исследования также определен средний уровень развития скоростных качеств с большой степенью среднеквадратичных отклонений всех показателей. Так, например, в тесте «Ловля линейки» на факультете АПЭПиВ средний результат составлял 25,6 см при среднем квадратичном отклонении $\pm 11,4$ см. У девушек факультета АТФ результат теста был 22,8 см при разбросе показателей в 12,2 см. В тесте «Бег на месте» не было выявлено достоверных различий между группами двух факультетов по причине величины среднеквадратичных отклонений. Результаты теста можно оценить, как средний

уровень развития быстроты, что также было подтверждено результатами тестов в беге на дистанции 30 и 100 метров. В то же время теппинг-тест отражает средний уровень развития частоты движений рук в обеих группах – $56,2 \pm 16,2$ точек и $62,5 \pm 10,2$ точек за 10 секунд (табл. 3).

Достоверность различий рассчитывалась относительно испытуемых первых курсов, обучающихся на двух факультетах университета (АПЭПиВ и АТФ). Полученные данные свидетельствуют о низком уровне различий у испытуемых, так как в большинстве тестов не был преодолен уровень значимости в 5%.

Таблица 3

Результаты тестирования скоростных качеств у девушек

Тест	АПЭПиВ (n= 56)	АТФ (n=44)	p
Ловля линейки (см)	25,6±11,4	22,8±12,2	>0,05
Бег на месте за 10 с (кол-во)	34,6±16,4	37,2±12,4	>0,05
Теппинг-тест (к-во точек)	56,2±16,2	62,5±10,2	>0,05
Бег 30 м с хода (с)	5,9±1,6	5,8±1,4	>0,05
Бег 100 м (с)	18,4±2,4	18,6±2,2	>0,05

Распределение тестируемых по уровням развития скоростных качеств происходило в соответствии с критериями оценки тестовых упражнений (табл. 4). По нашему мнению, именно распределение исследуемых лиц таким способом поможет более отчетливому представлению о дальнейшей динамике развития скоростных качеств после проведения педагогического эксперимента. Таким образом, будет понятно, какой прирост показателей происходит в рамках каждого отдельно взятого уровня. В таблице 3 представлено процентное распределение исследуемых групп в зависимости от уровней развития скоростных качеств.

При оценке показателей теста «Ловля линейки» у 72% юношей был выявлен средний уровень способности к быстрому реагированию, 20% можно отнести к низкому показателю и всего 8% обследуемых показали высокий уровень. У девушек преобладал низкий уровень реакции – 64%, что указывает на замедленную скорость переработки сенсорной информации. На среднем уровне оказались 36% девушек. Высокий уровень не был выявлен у участниц тестирования.

Таблица 4

Процентное распределение исследуемых групп в зависимости от уровней развития скоростных качеств

Тест	Уровень развития скоростных качеств, %					
	Юноши (n= 100)			Девушки (n=100)		
	низкий	средний	высокий	низкий	средний	высокий
Ловля линейки (см)	20	72	8	36	64	0
Бег на месте за 10 с (кол-во)	6	69	25	60	38	2
Теппинг-тест (к-во точек)	41	44	15	30	65	5
Бег 30 м с хода (с)	65	35	0	60	40	0
Бег 100 м (с)	35	60	5	68	30	2

Результаты испытаний в беге на месте показали преимущества развития в способности к выполнению движений в максимальном темпе у юношей. Так, на среднем уровне оказались 69% испытуемых, на высоком уровне – 25%, низкий уровень продемонстрировали 6 человек. У девушек высокий уровень смогли показать 2%, средний уровень показали 38% испытуемых. Самый большой процент был выявлен

у 60% обследуемых, они показали низкий уровень в тесте.

При оценке способности к выполнению движений с максимальной скоростью лучшие результаты были зафиксированы у девушек, которые в 65% случаев показали хороший результат и 35% – высокие показатели теппинг-теста. У юношей результаты теста распределились таким образом, что равные доли оказались на низком и среднем

уровнях, а высокий уровень смогли показать только 15% молодых людей. В тестах, определяющих комплексные формы проявления скоростных способностей – «Бег 30 метров с хода» и «Бег 100 метров», были зафиксированы показатели, не превышающие средний уровень развития данного качества как у девушек, так и у юношей.

Заключение. Результаты испытаний отразили проблемы в развитии скоростных качеств у студентов 1 курса ОмГАУ, так как в основном показатель результатов тестовых испытаний находится на низком и среднем уровне.

Было выявлено, что у юношей лучше проявились элементарные формы скоростных качеств по сравнению с девушками. Однако девушки в теппинг-тесте показали

высокий уровень двигательной реакции – 35%, и это единственный тест из всех, где проявился высокий уровень развития.

Анализ результатов комплексных форм скоростных качеств показал, что на низком уровне находятся более половины обследуемых лиц. Несмотря на то, что тест «Бег 30 м с хода» исключает время реакции на старте, а также скоростно-силовой компонент, который необходим при разбеге, студенты смогли продемонстрировать низкий (65% юноши; 60% девушки) и средний уровни (35% – юноши; 40% – девушки).

Разработанные критерии оценки тестовых упражнений можно использовать для студентов вуза в возрасте 17-22 лет, отнесенных к основной группе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривошекова О. Н. Анализ динамики физической подготовки студентов вуза / О. Н. Кривошекова, В. В. Сумина, Т. И. Крылова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2020. – № 4(23). – С. 20.
2. Пягай, Л. П. Анализ эффективности средств и методов совершенствования быстроты у девушек 17-19 лет, занимающихся оздоровительным фитнесом / Л. П. Пягай // Актуальные проблемы физической культуры и спорта в системе высшего образования: Матер. международной научно-практической конф. – Омск, 2020. – С. 43-53.
3. Полевщиков М. М. Тестирование быстроты и точности движений / М. М. Полевщиков, В. В. Роженцов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4-1. – С. 142-144. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6603> (дата обращения: 22.07.2022).
4. Мирзоев О. М. Индивидуальная соревновательная деятельность высококвалифицированных легкоатлетов. Спринтерский и барьерный бег: методическое пособие / О. М. Мирзоев, В. М. Маслаков, Е. П. Врублевский – М.: Рос. гос. ун-т физ. культуры, спорта и туризма, Всерос. федерация легкой атлетики, 2005. – 77 с.
5. Караулова Л. К. Физиология физкультурно-оздоровительной деятельности: учебник / Л. К. Караулова. – М.: ИНФАРМ-М, 2021. – С. 93-115.
6. Физическая культура: учебник / ред. М. Я. Виленский. – 3-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2016. – 424 с.
7. Лях В. И. Физическая культура. 10-11 классы: Учебник для общеобразоват. организаций: базовый уровень / В. И. Лях. – 6-е изд. – М.: Просвещение, 2019. – 255 с.
8. Солодков, А. С. Физиология человека: общая, спортивная, возрастная : учебник / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – 8-е изд. – Москва: Спорт, 2018. – 621 с. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481873> (дата обращения: 30.07.2022).
9. "Ловля линейки" методика С.А. Думанина. В. И. Лях. Ловкость. URL: <https://studopedia.org/2-82705.html> (дата обращения: 24.07.2022).
10. Барчукова, Г. В. Проблемы оценки и планирования нагрузок в спортивных играх (на примере настольного тенниса) / Г. В. Барчукова, К. С. Бакшеев // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 9. – С. 32-36.
11. Дейкова Т.Н., Исследование быстроты реакции двигательного действия студентов / Т. Н. Дейкова, Е. Г. Мишина // Интернет-журнал «Мир науки». – 2018 – № 1(6). URL: <https://mir-nauki.com/PDF/51PDMN118.pdf> (дата обращения: 22.07.2022).

REFERENCES

1. Krivoschekova O.N., Sumina V.V., Krylova T.I. Analysis of the dynamics of physical fitness of university students. *Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU*, 2020, no. 4 (23), pp 20. (in Russ).
2. Pyagaj L.P. Analysis of the efficiency of means and methods of improving the speed of girls 17-19 years old, engaged in recreational fitness. Relevant Issues of Physical Culture and Sports in Higher Education: materials of the international Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 43-53. (in Russ.)
3. Polevshchikov M.M., Rozhentsov V.V. Testing the speed and accuracy of movements. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2015, no. 4-1, pp.142-144. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6603> (accessed 22.07.2022). (In Russ.)
4. Mirzoev O.M., Maslakov V.M., Vrublevskij E.P. Individual competitive activity of elite track-and-field-athletes. Sprint and hurdle run: a textbook. Moscow: Russian State University of Physical Culture, Sport and Tourism, All-Russian Athletics Federation, 2005, pp. 77. (In Russ.)
5. Karaulova L.K. Physiology of Physical Culture and Recreation. Activity Physiology: a textbook. Moscow: "INFAR-M", 2021, pp. 93-115. (In Russ.)
6. Physical Education: a textbook. Ed. by M. Ya. Vilenskij. Moscow: "Knorus", 2016. 424 p. (In Russ.)
7. Lyakh V.I. Physical Culture. Grades 10-11: a textbook for general educational organizations: the basic level. 6th ed. Moscow: "Prosveshchenie", 2019, 255 p. (In Russ.)
8. Solodkov A.S., Sologub E.B. Human physiology: general, sports, developmental: textbook. 8th ed. Moscow: "Sport", 2018, 621 p. Available at: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481873> (accessed 30.07.2022).
9. "Catching the ruler" method by S.A. Dumanin. Lyakh V.I. Dexterity. Available at: <https://studopedia.org/2-82705.html> (accessed 24.07.2022).
10. Barchukova G.V., Baksheev K.S. Problems of assessment and planning of loads in sports games (on the example of table tennis). *Theory and Practice of Physical Culture*, 2006, no. 9, pp. 32-36. (in Russ.)
11. Dejkova T.N., Mishina E.G. A study of the responsiveness of the motor actions of the students. *World of Science. Pedagogy and psychology*, no. 1(6). 2018. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/51PDMN118.pdf> (accessed 22.07.2022). (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лариса Павловна Пягай – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической культуры и спорта экономического факультета, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск, e-mail: lp.pyagay@omgau.org.

Галина Ивановна Семёнова – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории физической культуры, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: galsem@list.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Larisa Pavlovna Pyagaj – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports of the Faculty of Economics, Omsk State Agrarian University, Omsk, e-mail: lp.pyagay@omgau.org.

Galina Ivanovna Semenova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Culture Theory, Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia, e-mail: galsem@list.ru.

Для цитирования: Пягай, Л. П. Исследование скоростных качеств студентов на основе комплексного подхода / Л. П. Пягай, Г. И. Семёнова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_47

For citation: Pyagaj L.P., Semenova G.I. Study of velocity qualities of students based on a comprehensive approach. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_47

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_48
УДК 796.011

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_48
UDC 796.011

АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТАРШИХ ДОШКОЛЬНИКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНЕ СЕВЕРА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Русаков, С.В. Романова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Уровень физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста, проживающих на северных территориях Иркутской области, отличается от среднестатистических показателей дошкольников России. Наше исследование было проведено в форме комплексного всестороннего обследования детей, проживающих в малых городах севера Иркутской области, перед поступлением их в общеобразовательную школу с целью анализа уровня физической подготовленности и физического развития. В различных видах обследования приняли участие 171 ребёнок. По всем исследованным параметрам были получены в большей или меньшей степени дисгармоничные результаты, в сравнении со среднестатистическими. Так, среднестатистическая выборка уровня физической подготовленности показала, что количество детей дошкольного возраста с низкой и ниже среднего оценкой составило более чем 26%. Дополнительное обследование показало, что это заслуга не столько грамотной организации физкультурной подготовки в образовательных учреждениях, сколько родителей. Проведенный комплексный мониторинг показал, что в связи с рядом специфических условий (климатические, географические и др.), система организации физкультурного образования в дошкольных образовательных учреждениях нуждается в определенной реорганизации.

Ключевые слова: комплексный мониторинг, дети дошкольного возраста, северные территории Иркутской области, диапазон физического подготовленности.

ASSESSMENT OF PHYSICAL FITNESS OF SENIOR PRESCHOOL CHILDREN LIVING IN THE NORTH OF THE IRKUTSK REGION

A.A. Rusakov, S.V. Romanova

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Annotation. The level of the physical development and physical fitness of senior preschool children living in the northern territories of the Irkutsk region differs from the average indicators of preschool children in Russia. Our research was conducted in the form of a comprehensive survey of children living in small towns in the northern territories of the Irkutsk region before their admission to secondary school in order to analyze the level of physical fitness and physical development. 171 children took part in various types of survey. For all the studied parameters, more or less disharmonious results were obtained in comparison with the average. Thus, the average sample of the level of physical fitness revealed that the number of preschool children with low and below-average grades was more than 26%. The supplementary education has demonstrated that is more due to the parents' effort than the correct organizing of physical culture in educational institutions. The comprehensive monitoring has shown that due to a number of specific conditions (climatic, geographical, etc.), the system of physical education in preschool educational institutions needs a certain reorganization.

Keywords: comprehensive monitoring, preschool children, northern territories of the Irkutsk region, range of physical fitness.

Введение. В череде проблем Северных территорий особое значение имеет состояние здоровья детей. В исследованиях ряда ученых [1-2] отмечается, что в Северных территориях за счет определённых специфических условий отмечаются значительные различия уровня физического состояния детей старшего дошкольного возраста с

детьми, проживающими в других регионах России.

Доказано, что у детей, проживающих на территории Севера, отмечается снижение адаптационных возможностей, прогрессирующая инвалидизация, положительный рост хронических заболеваний [1].

Цель исследования: определить уровень физической подготовленности детей старшего дошкольного возраста, проживающих в районах севера Иркутской области, в сравнении со среднестатистическими параметрами.

Методы и организация исследования. Обследование детей проводилось перед поступлением их в общеобразовательную школу и включало в себя ряд морфофункциональных и медико-биологических исследований, тестирование уровня физического состояния [3-4].

В нашем обследовании приняли участие 171 ребенок дошкольного возраста. Все дети посещали дошкольные образовательные учреждения в четырёх городах севера Иркутской области. Предварительно было получено разрешение родителей на проведение исследований.

Полученные материалы были обработаны при помощи унифицированной программы «Мониторинг здоровья детей дошкольного возраста v 1.14 by WO3L» [3, 5]. Среднестатистические данные уровня физической подготовленности дошкольников были взяты в Национальном медицинском исследовательском центре здоровья детей и обработаны в сравнении с

показателями детей, проживающих в северных районах Иркутской области с помощью критерия χ^2 на основе многопольной таблицы.

Наше обследование проводилось с использованием унифицированной технологии мониторинга критериев физической подготовленности: 3-минутный бег, прыжки в длину (см), прыжки в высоту (см), метание правой рукой и левой рукой (м), челночный бег 3x10 (с), бег с высокого старта на 30 м; наклон туловища вперед из положения стоя; метание теннисного мяча левой и правой рукой (м); ходьба 10 м (с); подъем туловища из положения лежа на спине (кол-во раз); лазание вверх и вниз по гимнастической стенке (с). Физическая подготовленность дошкольников ранжировались на основе общепринятых диапазонов: «очень низкий» (ОН), «низкий» (Н), «ниже среднего» (НС), «средний» (С), «выше среднего» (ВС), «высокий» (В) и «очень высокий» (ОВ) [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Обследование дошкольников показало, что средний показатель тестового задания «3-минутный бег» у детей шести-семи лет составил 466,25 м. Суммарный процент детей, имеющих показатели в диапазонах «ниже среднего» и «средний», составил 58,32% (29,13% и 29,19% соответственно). При этом в 33,3% у обследуемых выявлен высокий диапазон и в 8,3% – низкий диапазон. Показатели «очень низкий», «выше среднего» и «очень высокий» не установлены (табл. 1).

Таблица 1

Показатели и уровни физической подготовленности дошкольников

Показатель	X±m	σ	Диапазон физического развития, %						
			ОН	Н	НС	С	ВС	В	ОВ
3-минутн. бег, м	466,25±5,35	25,64	0	8,3	29,19	29,13	33,3	0	0
Прыжки в длину, см	100,58±2,40	11,53	0	20,8	16,6	20,8	25	16,6	0
Прыжки в высоту, см	48,45±1,01	4,87	12,5	8,33	20,8	25	12,5	20,8	0
Наклон, см	4,16±0,58	2,82	0	12,6	20,8	33,32	20,8	12,5	0

Анализ результатов в тесте «Прыжок в длину» у детей перед поступлением в школу составил 100,58 см. Суммарный процент детей, имеющих показатели в диапазоне физической подготовленности «низкий» и «средний» составил 41,6% (по 20,8%). При этом у 25% обследуемых детей этого возраста выявлен уровень «выше среднего» и по 16,6% – диапазоны «ниже среднего» и «высокий». Показателей диапазонов «очень низкий» и «очень высокий» у них также не выявлено (табл. 1).

Средний показатель тестового задания «Прыжок в высоту» у детей составил 48,45 м. Суммарный процент дошкольников, имеющих показатели в диапазоне «ниже среднего» и «средний» составил 45,6% (20,8% и 25,8% соответственно). При этом в 20,8% у обследуемых выявлен высокий диапазон, в 8,3% – «низкий», «очень низкий» и «выше среднего» – около 12,5%. Показатели уровня «очень высокий» у них не установлены (табл. 1).

При этом распределение детей данного возраста по диапазонам физической подготовленности позволило выявить значительное доминирование показателей, отнесенных к «выше среднего» – 40% и «средний» – 33,33%. Показателей «очень низкий», «ниже среднего» и «очень высокий» у данных детей не зафиксировано. Процент детей, имеющих уровни «низкий»

составил 6,66%, уровень «высокий» определен в 20%. В целом, уровни физической подготовленности в данном тесте находятся на уровне среднестатистической достоверности ($p \leq 0,05$).

Средний показатель тестового задания «Наклон туловища вперед» составил 4,16 см. В данном тесте у детей не выявлено показателей с диапазонами физического развития «очень низкий» и «очень высокий». В показателях данного теста у 32,1% обследуемых детей был выявлен средний уровень физической подготовленности. Также у них зафиксированы показатели с диапазонами «ниже среднего» и «выше среднего» по 16,4%, низкий и высокий диапазон – по 11,9% (табл. 1).

Среднестатистический результат в метании теннисного мяча правой рукой у детей перед поступлением в школу соответствовал 15,19 м. Разделение детей по диапазонам физической подготовленности в данном тесте выявило незначительное преобладание показателей с оценкой «средний» – 29,16%. Данные, отнесенные к диапазонам «выше среднего» и «высокий» отмечены примерно по 20,8%. Показатели с диапазонами «ниже среднего» и «низкий» были отмечены у 42,5% обследуемых, что гораздо ниже, чем у среднестатистического ребенка перед поступлением в общеобразовательную школу ($p \geq 0,05$) (табл. 1).

Таблица 2

Показатели и уровни физической подготовленности дошкольников

Показатель	X±m	σ	Диапазон физического развития, %						
			ОН	Н	НС	С	ВС	В	ОВ
Бег 30 м, с	7,54±0,05	0,28	0	12,5	20,8	25	37,5	4,16	0
Метание правой рукой, м	15,09±0,34	3,81	0	8,3	34,2	29,2	16,4	11,9	0
Метание левой рукой, м	14,23±0,39	3,99	0	6,4	30,7	34,2	15,4	9,2	4,10
Челночный бег 3x10, с	10,24±0,12	0,60	0	16,6	16,6	45,83	12,5	4,16	4,16
Ходьба 10 м, с	6,09±0,27	0,41	0	3,9	32,5	36,3	14,1	11,3	1,9
Лазание (подъем), с	6,49±4,31	0,98	4,1	4,9	24,6	43,8	14,5	8,1	0
Лазание (спуск), с	5,02±0,42	1,53	0	11,1	12,5	44,7	19,9	11,8	0
Пресс за 30 с, кол-во раз	17,11±0,71	3,42	0	17,1	16,6	34,5	17,9	13,9	0

Несколько лучше были показатели в метании теннисного мяча левой рукой. Средний результат был зафиксирован на уровне 14,23 м. Суммарное количество

детей, имеющих диапазоны «низкий» и «ниже среднего» – 37,1%, диапазон «средний» составил 34,2%. Показатели диапазона «выше среднего», «высокий» и

«очень высокий» были отмечены у 35,7% обследуемых, что рассматривается нами как достаточно хороший уровень. Показатели диапазона «очень низкий» не установлены (табл. 2).

Средний показатель физической подготовленности в тесте «Бег 30 м» у дошкольников составил 7,54 с. При этом не выявлены крайние показатели, отнесенные к диапазонам «очень низкий» и «очень высокий». Суммарный процент детей, имеющих «средний» и «выше среднего» диапазоны физической подготовленности в тестовом задании «Бег на 30 м», составил 62,50% (соответственно 37,5% и 25%). При этом у обследуемых выявлены диапазоны «низкий» – 12,5%, «ниже среднего» – 20,8% и «высокий» – 4,16% (табл. 2).

Средний показатель тестового задания «Челночный бег 3x10 м» у детей перед поступлением в школу соответствует 10,4 с. Разделение их по уровням физической подготовленности в данном физическом признаке выявило значительное преобладание показателей диапазона со средней оценкой – 45,83%. Данные, отнесенные к диапазонам «низкий», «ниже среднего» отмечены по 16,6% обследуемых, «выше среднего» – 12,5%, «высокий» и «очень высокий» – 4,16%. При этом у них не выявлено показателей с диапазоном «очень низкий» (табл. 2).

Анализ показателей в тесте «Ходьба 10 м» выявил средний результат – 6,9 с. При этом не выявлены результаты, отнесенные к диапазону «очень низкий». Доминирующее значение отмечено в показателях, отнесенных к среднему диапазону – 36,3%. Другие диапазоны соответствовали: «низкий» и «очень высокий» – 3,9%, большое количество обследуемых детей имели результат диапазона «ниже среднего» – 32,5%, «выше среднего» – 14,1% и «высокий» – 11,3% (табл. 2).

Процент детей перед поступлением в школу, имеющих средний диапазон физической подготовленности в показателях теста «Пресс за 30 с» составил 34,5% обследуемых. При этом у обследуемых детей

выявлены следующие данные по диапазонам «низкий» – 16,6%, «ниже среднего» – 17,1%, «выше среднего» – 17,9%, «высокий» – 13,9%. Показатели диапазонов «очень низкий» и «очень высокий» не были выявлены (табл. 2).

В результате анализа подготовленности детей в тесте «Лазанье при подъеме» у дошкольников средний результат составил 6,49 см. Нами не было выявлено детей с показателями диапазона «очень высокий». В этом тесте преобладали результаты среднего диапазона подготовленности – 43,8% из числа обследуемых. Зафиксированы показатели с диапазоном «очень низкий», «низкий» – суммарно было отмечено в 9,0% случаев, «ниже среднего» – 24,6%, «выше среднего» – 14,5%, «высокий» – 8,1% из числа обследуемых (табл. 2).

Средний результат в тесте «Лазание (спуск)» у детей перед поступлением в школу составил 5,02 см. В данном тесте у них не выявлено существенных различий в показателях с диапазоном физической подготовленности «очень низкий», «ниже среднего» и «очень высокий».

В тестах, связанных с лазанием, уровень подготовленности детей оказался на достаточно хорошем уровне, в сравнении со среднестатистическими показателями, разница на уровне статистической погрешности ($p \leq 0,05$).

Резюмируя, можно отметить, что в показателях физической подготовленности дошкольников было выявлено 46,11% случаев преобладания среднего уровня. Показатели с диапазоном «выше среднего» были зафиксированы у 20,8% из числа обследуемых, высокий диапазон был отмечен у 12,5%. Количество детей с низкой и ниже среднего оценкой составило около 26%, однако в данных исследованиях было зафиксировано больше 8% детей с очень высокой двигательной подготовленностью.

Значение критерия комплексной оценки уровня физической подготовленности дошкольников, проживающих в северных районах Иркутской области, и среднестатистических значений составило 4,497.

Критическое значение χ^2 при уровне значимости $p=0,05$ составляет 3,84. Связь между факторным и результативным признаками статистически значима при уровне значимости $p<0,05$. Уровень значимости $p=0,034$.

Дополнительное исследование, направленное на изучение организации двигательной активности в семье, показало, что оптимальный объём физической нагрузки с различными формами реализации семейной физической культуры позволяет существенно повысить уровень физической подготовленности у детей дошкольного возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучма В. Р. 2018-2027 годы – десятилетие детства в России: цели, задачи и ожидаемые результаты в сфере здоровьесбережения обучающихся / В. Р. Кучма // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 3. – С. 4-14.
2. Мыльникова, И. В. Особенности физического развития городских и сельских школьников Иркутской области / И. В. Мыльникова, Н. В. Ефимова, Е. А. Ткачук // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 10. – С. 957-961.
3. Бурханова, И. Ю. Мониторинг физической подготовленности детей дошкольного возраста / И. Ю. Бурханова, А. Е. Замашкина // Школа Науки. – 2019. – № 1 (12). – С. 64-65.
4. Русаков, А. А. Новые виды физкультурно-спортивной деятельности как средство повышения мотивации к занятиям физической культурой / А. А. Русаков, В. Р. Кузекевич // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта – 2022. № 3(205). – С. 416-420.
5. Изаак, С. И. Мониторинг физического развития и физической подготовленности российских детей дошкольного возраста / С. И. Изаак, Т. В. Панасюк // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2005. – Т. 84. – № 3. – С. 60-62.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Альбертович Русаков – кандидат педагогических наук, доцент, Иркутский государственный университет, Иркутск, e-mail: irkrusakov@yandex.ru.

Светлана Владимировна Романова – кандидат биологических наук, доцент, Иркутский государственный университет, Иркутск, e-mail: svetlana200168@mail.ru.

Заключение. В связи с вышеизложенными результатами всесторонней оценки физического состояния детей дошкольного возраста, заканчивающих посещать дошкольные образовательные учреждения, возникает необходимость в разработке эффективных комплексов мероприятий модернизации процесса физического воспитания и применения здоровьесформирующих технологий, с обязательным использованием индивидуально-дифференцированного подхода с учетом особенностей условий Северных территорий в педагогической деятельности дошкольных образовательных учреждений Иркутской области.

REFERENCES

1. Kuchma V.R. 2018-2027 years – a decade of childhood in Russia: goals, objectives and expected results in the sphere of health saving of students. *Problems of School and University Medicine and Health*, 2017, vol. 3, pp. 4-14. (in Russ.)
2. Myl'nikova I.V., Efimova N.V., Tkachuk E.A. Peculiarities of the physical development of urban and rural schoolchildren of the Irkutsk region. *Hygiene and Sanitation*, 2018, vol. 97, no. 10. pp. 957-961. (in Russ.)
3. Burkhanova I.Yu., Zamashkina A.E. Monitoring of physical fitness of preschool children. *School of Science*, 2019, vol. 1 (12), pp. 64-65. (in Russ.)
4. Rusakov A.A., Kuzekevich V.R. New types of physical culture activities as means of increasing motivation to engage in physical culture. *Scientific notes of the P.F. Lesgaft University*, 2022, vol. 3(205), pp. 416-420. (in Russ.)
5. Izaak S.I., Panasyuk T.V. Monitoring of physical development and physical fitness of Russian preschool children. *Pediatrics. Journal named after G. N. Speranskij*, 2005, vol. 84, no. 3. pp. 60-62. (in Russ.)

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandr Al'bertovich Rusakov – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: irkrusakov@yandex.ru.

Svetlana Vladimirovna Romanova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Irkutsk State University, Irkutsk, e-mail: svetlana200168@mail.ru.

Для цитирования: Русаков, А. А. Анализ физической подготовленности старших дошкольников, проживающих в районе севера Иркутской области / А. А. Русаков, С. В. Романова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т.6 – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_48

For citation: Rusakov A.A., Romanova S.V. Assessment of physical fitness of senior preschool children living in the north of the Irkutsk region. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_48

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_49
УДК 796.011.3

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_49
UDC 796.011.3

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В ВУЗЕ

Н.А. Рыбачук¹, С.В. Фомиченко², И.А. Алферова¹

¹Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

²Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Краснодар, Россия

Аннотация. В статье представлено содержание учебного процесса физического воспитания в вузе. Разработаны логические тесты-задания, способствующие решению двигательных задач, учебных ситуаций (методика их реализации). Содержание логических тестов-заданий было положено в текстовую основу проблемных лекций, позволивших включить в лекционные занятия элементы диспута. Разработана маршрутная карта студенческого труда и отдыха. В ее содержание вошли: подготовка к учебным предметам, самоконтроль, сон, двигательная активность по интересам, участие в вузовских мероприятиях, в том числе и спортивных, другие виды деятельности.

Ключевые слова: студенты, логические тесты-задания, лекции, диспут, маршрутная карта.

FEATURES OF THE CONTENT OF THE PHYSICAL EDUCATION ACADEMIC ACTIVITY AT THE UNIVERSITY

N.A. Rybachuk¹, S.V. Fomichenko², I.A. Alferova¹

¹Kuban State University, Krasnodar, Russia

²Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Annotation. The article presents the content of the physical education academic activity at the university. Logical tasks in test form have been developed that contribute to the solution of motor tasks, learning situations (methods of their implementation). The content of these tasks was put into the textual basis of problem solving lectures, which made it possible to include elements of a scholastic debate in there. We have also developed a progress sheet for student labor and recreation. Its content included the following: preparation for academic subjects, self-control, sleep schedule, motor activity according to interests, participation in university events, including sports, and other activities.

Keywords: students, logical tests-tasks, lectures, scholastic debate, progress sheet.

Введение. Проблема самостоятельной работы студентов является важной составляющей в процессе студенческого труда. Каждый из нас понимает, что учебные предметы «Физическая культура и спорт» и «Элективные дисциплины по физической культуре» являются связующим звеном в успешном и неуспешном обучении.

Снижение нагрузки у преподавателей с 400 часов до 160 на всех направлениях подготовки физического воспитания в вузе обуславливает актуальность создания новых методик и изменение содержания

дисциплин для освоения студентами теоретических и практических знаний.

В данной ситуации изменится вся система физического воспитания, т.к. уровень физического здоровья 50% студентов делает недоступным занятия в спортивных секциях, а загруженность учебными заданиями и отсутствие материального достатка делают невозможным посещение фитнес-клубов.

В настоящее время физическое воспитание в процессе профессиональной подготовки находится в стадии

преобразования и может рассматриваться, на наш взгляд, в трех взаимосвязанных позициях, по этапам. К первому этапу можно отнести телесное воспитание (соматическое, физическое), этап телесного самосовершенствования. Второй этап включает личностно-ориентированное физическое воспитание (двигательное воспитание, самовоспитание). Третий этап – спортивное воспитание (саморазвитие).

Содержание исследований по воспитательным и образовательным возможностям интернета по проблеме формирования представлений студентов о здоровом образе жизни подтверждают, что интернет становится главным источником собственных представлений студентов. По результатам анкетирования, студенты большую часть времени проводят в социальных сетях и блогах, при этом 100% испытуемых доверяют информации в интернете и воспринимают ее как основу своих знаний, однако неспособность к анализу и синтезу информации, трансформации знаний, отсутствие внимания к информации не позволяют в полной мере ее запомнить [1]. Интерес к проблеме ЗОЖ (здорового образа жизни) остается лишь декларативным, основное время занимают видео, фильмы и музыка. По мнению студентов, термин «саморазвитие» не входит в их понятие о ЗОЖ. В процессе анализа популярные сайты и блоги о ЗОЖ. Выявлено, что ЗОЖ трактуется как «тренировка», «фитнес», «основы здорового питания». Студентов интересует в этой связи тренировка, диетология, а ЗОЖ в их понимании – это результат тренированности [1].

В результате исследования в Воронежском Государственном Университете выявлены причины, которые негативно сказываются на режиме труда и отдыха и не позволяют качественно выполнять самостоятельную работу: интенсивность учебного процесса (13,8% респондентов); организация учебного труда (86,2%); отсутствие возможности регулярно принимать пищу (44,3%); недостаточный сон (10,3%); учёба

по выходным дням (21,3%); отсутствие достаточной двигательной активности (98%).

В этом же вузе 49,3% студентов считают, что забота о здоровье – это высокое медицинское обслуживание и прием витаминных комплексов [1].

Цель исследования – обеспечить эффективность учебного процесса по физическому воспитанию в вузе.

Задачи исследования:

1. Разработать логические тесты-задания по решению двигательных задач, учебных ситуаций.

2. Разработать методику решения логических тестов-заданий и апробировать на практике.

3. Разработать педагогические условия, обеспечивающие эффективность процесса физического воспитания в вузе.

Объект исследования – процесс физического воспитания в вузе.

Предмет исследования – педагогические условия, определяющие эффективность учебного процесса физического воспитания в вузе.

Предполагается, что процесс физического воспитания студентов в вузе будет эффективным, если будут:

– разработаны и внедрены в учебный процесс логические тесты-задания по решению двигательных задач, учебных ситуаций;

– разработана методика решения логических тестов-заданий и апробирована на практике;

– сформировано у студентов понимание значимости самостоятельной работы по дисциплине «Физическая культура и спорт» для глубокого освоения знаний, приобретения умений и навыков и их использования в последующей профессиональной деятельности и в быту;

– самостоятельная работа студента в учебном процессе дисциплины «Физическая культура и спорт» будет сопровождаться педагогом на всех этапах учебной деятельности и будет основана на сотворчестве и доверии.

Методы и организация исследования. Теоретический, диагностический, кейс-метод (контент-метод для оценивания правильных ответов на логические тесты-задания по решению двигательных задач, учебных ситуаций), анализ продуктов деятельности студентов (логические тесты-задания по решению двигательных задач, учебных ситуаций, маршрутная карта студенческого труда и отдыха), экспериментальные методы.

Результаты исследования и их обсуждение. Основной замысел исследования заключался в том, чтобы при использовании интерактивных методов обучения совершенствовать учебный процесс и мотивировать студентов на двигательную активность. В данной работе представляется методика обучения студентов разработке логических тестов-заданий по решению двигательных задач и учебных ситуаций.

В эксперименте принимали участие студентки биологического факультета 1-3 курсов (n=100), обучающиеся по специальности 06.03.01 – Биология. Профили подготовки: биохимия, биоэкология и генетика. Исследования проводились в 2021-2022 учебном году в Кубанском государственном университете. По результатам педагогического эксперимента испытуемые были разделены на две группы. В первую группу (64,3%) вошли студентки, по результатам тестирования имеющие уровни физической подготовленности «плохой» и «удовлетворительный». Уровень физического здоровья у них определен как низкий и ниже среднего. Вторую группу составили студентки (35,7%), имеющие уровень физической подготовленности «хороший» и «отличный» с уровнем физического здоровья на среднем, выше среднего и высоком уровнях. Диагностика физической подготовленности студентов определялась по методике американского специалиста в области оздоровительной медицины К. Купера [2].

Обследование уровня физического здоровья основано на системах киевского

профессора Г. Л. Апанасенко [3]. Анализ результатов анкетирования показал, что целью студенток первой группы являлось сохранение и укрепление здоровья, во второй группе – совершенствование профессионально значимых физических качеств.

Для мотивирования студенток на самостоятельную работу нами были разработаны логические тесты-задания по решению двигательных задач, методика решения которых содержит информационную часть, т.е. короткие сообщения, полученные через интернет. Далее студент составляет тесты-задания с вариантами ответов, при этом работать рекомендовалось в группе или в паре с партнёром, однако начальный этап работы каждый студент должен выполнять индивидуально, а затем идёт обсуждение теста-задания в группах (содержание, связь с жизненной ситуацией, использование в жизнедеятельности).

В эксперименте использовался кейс-метод – современный метод организации активной учебной деятельности в группах, когда для решения логического теста-задания задаётся конкретная ситуация, где студент должен понять проблему и найти её решение, при этом происходит процесс познания через научный поиск, диалог. Студент анализирует имеющийся опыт, приобретённый в процессе образования в школе, ВУЗе, при посещении фитнес-клубов, спортивных секций. Полученные знания трансформируются в умения и могут применяться в быту, в процессе самостоятельных занятий, для чередования студенческого труда с активным отдыхом.

Таким образом, решение логических тестов-заданий направлено на получение знаний по сохранению здоровья, облегчение студенческого труда, профилактику профессиональных заболеваний. При этом решается и другая важная задача – получение качественного образовательного продукта. Содержание логических тестов-заданий, двигательных задач и ситуаций были положены в основу содержания многофункциональных лекционных занятий с

элементами диспута. Студенты привлекаются к решению проблемы, затем они определяют цель и задачи ее решения. Содержание каждого лекционного занятия и его организация учитывают пожелания студентов.

Этапы лекционного занятия: лекция, составление логических тестов-заданий по решению двигательных задач и учебных ситуаций. Обсуждение разработанных логических тестов-заданий и корректировка вопросов и ответов. Преподаватель проводит лекционное занятие, в котором даёт задание через интернет найти дополнительную информацию по проблеме. Каждый студент, работая с дополнительной информацией через интернет, определяет для себя собственное информационное поле, происходит глубокое диалоговое информирование и активизация мыслительной деятельности. Память фиксирует важность полученных знаний, поскольку студент самостоятельно для себя определяет, как глубоко он хочет углубиться в проблему. Каждая учебная группа представляет свой тест-задание, обобщает информацию, корректирует вопросы к информационной части тестов-заданий и коллегиально определяет правильный ответ.

Педагогические исследования по проблеме обучения самостоятельной работе, а также обобщение педагогического опыта позволили выявить ряд проблем в организации самостоятельной работы студента:

1. Отсутствие навыков и умений в организации студенческого труда.
2. Отсутствие мотивации к самостоятельной работе.
3. Низкий уровень методического обеспечения учебного раздела основной образовательной программы (ОПП) «самостоятельная работа студента» или его отсутствие. По сути, каждый учебный предмет обладает своей спецификой, поэтому и создание методического материала можно отнести к предметной подготовке.
4. Особая проблема в качестве преподавания возникает по дисциплинам

физического воспитания, т.к. преподаватель сегодня должен обеспечивать контроль и помощь в обеспечении самостоятельной работы.

После того, как логические тесты-задания по решению двигательных задач были включены в содержание учебного процесса дисциплин и прошли апробацию, было проведено анкетирование студентов. На вопрос о желании участвовать в новой форме тестирования в начале эксперимента 62% студентов ответили, что проявляют к ней интерес. В процессе анкетирования мы получили информацию, что решение логических тестов-заданий не требует много времени, но развивает творческое мышление и информация легко запоминается. Однако 28% студентов отметили, что испытывают трудности в понимании задания и не готовы выполнить задание; 10% считают, что лучше сделать реферат. Проведение анкетирования через 3 месяца обучения с использованием логических тестов-заданий показало следующее. Количество студентов, желающих участвовать в разработке логических тестов-заданий по решению двигательных задач и учебных ситуаций, увеличилось с 62% до 85%, студентов, не понимающих, как выполнять работу, сократилось с 28% до 8%, 7% студентов указали, что им лучше выполнить реферативное задание.

В процессе работы над методикой логических тестов-заданий по решению двигательных задач нас интересовал вопрос: как применение разработанной методики решения логических тестов-заданий влияет на процессы логического и аналитического мышления, устойчивость к стрессовым ситуациям?

Для определения логического мышления студентов использовалась методика «Количественные отношения» [4]. Аналитическое мышление определялось по методике «Исключение понятий». Эмоциональная устойчивость определялась по известному во всех руководствах по психометрике и психологии личности тесту Г. Айзенка [5], в котором студентам

необходимо было однозначно («да» или «нет») ответить на 57 вопросов об особенностях своего поведения и своих чувств. В результате проведенных исследований выявлено, что логическое мышление студентов на заключительном этапе исследований достоверно улучшилось ($t=2,03$; $p<0,05$). Аналитическое мышление, характеризующее способности к классификации и анализу, статистически достоверно не изменилось, но имеет тенденцию к улучшению,

на что указывает увеличение балльной оценки за количество решенных в течение трех минут логических задач по исключению слов, не относящихся к общему родовому понятию ($t=0,98$; $p>0,05$). Эмоциональная устойчивость статистически достоверно повысилась к окончанию исследований ($t=2,04$; $p<0,05$). Результаты педагогического эксперимента представлены в таблице.

Таблица

Показатели психических процессов студентов биологического факультета в 2021-2022 учебном году, (n=100)

Исследуемые психические процессы	Этапы эксперимента		Различия по t-критерию Стьюдента	
	2021	2022	t	p
Мышление (логическое) (кол-во)	9,9±1,1	13,5±1,3	2,03	<0,05
Мышление (аналитическое) (баллы)	5,4±1,2	7,0±1,1	0,98	>0,05
Эмоциональная устойчивость (баллы)	10,6±1,2	7,0±1,3	2,04	<0,05

Заключение. Результаты исследования позволили сделать следующие заключения:

1. Разработанная нами методика составления логических тестов-заданий по решению двигательных задач, учебных ситуаций направлена на формирование внутренней мотивации студента через рефлекссию, что побуждает студента к двигательной активности и формирует потребность в самостоятельной работе.

2. Эффективность процесса физического воспитания обеспечивают его содержание и организация:

– составление логических тестов-заданий по решению двигательных задач, учебных ситуаций;

– содержание проблемных лекций с элементами диспута;

– маршрутная карта студенческого труда и отдыха, в содержание которой входят: подготовка к учебным предметам, самоконтроль, сон, двигательная активность

по интересам, участие в вузовских мероприятиях, в том числе и спортивных, другие виды деятельности.

3. Исследование показало, что к концу эксперимента логическое мышление достоверно улучшилось. Это подтверждается статистически достоверной динамикой количества решенных логических задач ($t=2,03$; $p<0,05$). Аналитическое мышление, определяющее способности к классификации и анализу, статистически достоверно не изменилось, но имеет тенденцию к улучшению, на что указывает увеличение балльной оценки за количество решенных в течение 3-х минут логических задач по исключению слов, не относящихся к общему родовому понятию ($t=0,98$; $p>0,05$). Эмоциональная устойчивость статистически достоверно повысилась ($t=2,04$; $p<0,05$). Улучшение психических процессов способствует поддержанию здоровья, позволяет студенту контролировать поведение и организовать

студенческий труд и быт для успешного освоения требований учебных программ по направлениям подготовки.

4. Разработаны педагогические условия, способствующие эффективности процесса физического воспитания студентов, которые реализованы в:

– разработке и включении в учебный процесс по физическому воспитанию логических тестов-заданий по решению двигательных задач, учебных ситуаций;

– разработке методики решения логических тестов-заданий, которая содержит информационную часть, т.е. короткие сообщения, полученные через интернет. Далее студент составляет тесты-задания с вариантами ответов. На заключительном этапе следует обсуждение в группах и корректировка правильного понимания проблемной ситуации, вопросов и ответов;

– разработке и внедрении в учебный процесс проблемных лекций с использованием логических тестов-заданий и элементами диспута;

– разработке маршрутной карты студенческого труда и отдыха, в содержание которой входят: подготовка к учебным предметам, самоконтроль, сон, двигательная активность по интересам, участие в вузовских мероприятиях, в том числе и спортивных, другие виды деятельности;

– организации и содержанию самостоятельной работы студента в учебном процессе физического воспитания при условии сопровождения преподавателем на всех этапах учебной деятельности, когда он будет выступать в роли педагога-психолога, тьютора, организатора командного взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубцова, И. В. К вопросу об образе жизни студенток-первокурсниц ВГУ / И. В. Рубцова, Т. В. Кубышкина, С. А. Козырева // Физическая культура, спорт и здоровье. Йошкар-Ола: Издательство МарГУ. – 2017. – № 30. – С. 64-66.
2. Купер, К. Х. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Х. Купер. – М.: Физкультура и спорт. – 1989. – 224 с.
3. Апанасенко, Г. Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 248 с.
4. Ахмеджанов, Э. Р. Психологические тесты / Э. Р. Ахмеджанов. – М., 1996. – 320 с.
5. Карелин, А. А. Большая энциклопедия психологических тестов / А. А. Карелин. – М.: Эксмо, 2007. – 416 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наталья Анатольевна Рыбачук – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры физического воспитания, Кубанский государственный университет, Краснодар, e-mail: nataliaryba@mail.ru.

Сергей Васильевич Фомиченко – декан факультета магистерской подготовки, кандидат биологических наук, профессор, Кубанский государственный университет спорта и туризма, Краснодар, e-mail: fomichenko.sv@yandex.ru.

Ирина Анатольевна Алферова – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания, доцент, Кубанский государственный университет, Краснодар, e-mail: 02111958@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natalia Anatol'evna Rybachuk – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Education, Kuban State University, Krasnodar, e-mail: nataliaryba@mail.ru.

REFERENCES

1. Rubtsova, I.V., Kubyshkina, T.V., Kozyreva, S.A. On the issue of healthy lifestyle of the first year students at VSU. Physical Culture, Sports and Health: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Yoshkar-Ola: Publishing House of the MarGU, 2017, no. 30, pp. 64-66. (in Russ.)
2. Cooper K.H. Aerobics for good health. Moscow: Fizicheskaya kul'tura isport, 1989. 224 p. (in Russ.)
3. Apanasenko G.L., Popova L.A. Medical valeology. Rostov-on-Don: Feniks, 2000, 248 p. (in Russ.)
4. Akhmedzhanov E. R. Psychological tests. Moscow, 1996. 320 p. (in Russ.)
6. Karelin, A.A. Big encyclopedia of psychological tests. Moscow: 2007. 416 p. (in Russ.)

Sergej Vasil'evich Fomichenko – Dean of the Faculty of Master's Training, Candidate of Biological Sciences, Professor, Kuban State University of Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: fomichenko.sv@yandex.ru.

Irina Anatol'evna Alferova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Education, Associate Professor, Kuban State University, Krasnodar, e-mail: 02111958@mail.ru.

Для цитирования: Рыбачук, Н. А. Особенности содержания учебного процесса физического воспитания в вузе / Н. А. Рыбачук, С. В. Фомиченко, И. А. Алферова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_49

For citation: Rybachuk N.A., Fomichenko S.V., Alferova I.A. Features of the content of the physical education academic activity at the university. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_49

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_50
УДК 797.21

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_50
UDC 797.21

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАРТА С ТУМБОЧКИ НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЛОВЦОВ

Н.Г. Скрынникова

Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, г. Краснодар, Россия

Аннотация. Старт является главным звеном соревновательной деятельности пловца. Вопрос необходимости совершенствования техники старта с тумбочки всегда актуален. Однако на начальном этапе подготовки пловцов совершенствованию стартов с тумбочки зачастую не уделяется должного внимания, так как тренеры в большинстве сосредоточены на технике спортивных способов плавания. Это приводит к тому, что многие юные пловцы, выступая на соревнованиях, не способны выполнить полноценный старт, что отражается на результате. Применение специальных средств для совершенствования техники стартов с тумбочки положительно сказывается на техническом мастерстве юного пловца и создает необходимый фундамент для реализации спортивного потенциала в будущем.

Ключевые слова: совершенствование, старт с тумбочки, начальная подготовка, юные пловцы.

IMPROVING START FROM THE STARTING BLOCK AT THE STAGE OF INITIAL TRAINING OF SWIMMERS

N.G. Skrynnikova

Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Annotation. The start is the main link in the swimmer's competitive activity. The question of the need to improve the technique of start from the starting block is always relevant. However, at the initial stage of swimmers' training, the improvement of start from the starting block is often not given due attention, since the coaches mostly focus on the technique of sports swimming methods. This leads to the fact that many young swimmers, participating at competitions, are not able to complete a full start, which affects the result. The use of special tools to improve the technique of start from the starting block has a positive effect on the technical skills of the young swimmer and creates the necessary foundation for the realization of sports potential in the future.

Keywords: improving the technique of start from the starting block, initial training, young swimmers.

Введение. Уровень спортивных достижений неуклонно растет, спортсмены демонстрируют все более «плотные» результаты. Зачастую эффективно выполненный старт может сыграть решающую роль, обеспечивая преимущество уже в самом начале заплыва. Правильный вход в воду придает пловцу ускорение, так необходимое на первых метрах дистанции [1]. К сожалению, в первые годы занятий плаванием совершенствованию техники стартов с тумбочки уделяется незаслуженно мало внимания. А ведь этап начальной подготовки чрезвычайно важен, именно на этом

отрезке закладывается основа технического мастерства спортсмена. Подготовка юных пловцов должна быть многогранной и разнонаправленной [2]. Проблема исследования заключается в том, что в первые годы занятий плаванием внимание большинства тренеров сосредоточено на технике спортивных способов плавания. После элементарного овладения навыком стартового прыжка, его дальнейшее совершенствование зачастую отсутствует. Упражнения включаются в тренировочную программу лишь непосредственно перед соревнованиями [1, 3, 4]. В итоге на первых

соревнованиях спортсмены демонстрируют, как правило, «плохой» стартовый прыжок, что сказывается на результате и уверенности юных пловцов. Все вышесказанное послужило основанием для проведения настоящего исследования.

Цель исследования – разработать методику совершенствования техники старта с тумбочки на этапе начальной подготовки.

Методы и организация исследования. Обзор научно-методической литературы и собственный практический опыт позволили разработать экспериментальную методику, направленную на совершенствование техники старта с тумбочки с применением координационных упражнений.

Исследование проводили с занимающимися групп этап начальной подготовки второго года обучения в ДЮСШ г. Краснодара. В эксперименте приняли участие 44 мальчика семи лет, которые составили контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ) группы. Программа подготовки пловцов ЭГ была расширена комплексом средств и методов, направленных на совершенствование техники старта с тумбочки.

Использовали методы педагогического наблюдения и экспертной оценки. Контроль за кинематическими характеристиками техники выполнения стартов с тумбочки осуществляли посредством компьютерного видеоанализа движений, использовали программу SiliconCOACH. Регистрировали следующие характеристики: длину фазы скольжения, время стартового отрезка (10 м), глубину погружения, траекторию старта. Полученные данные обрабатывали с помощью Т-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. В течение работы над программой совершенствования стартов с тумбочки на этапе начальной подготовки пловцов нами было проведено предварительное исследование на предмет выполнения стартов с тумбочки детей второго года обучения (рис.). Было установлено, что в среднем в обеих группах не все дети могли сделать стартовый прыжок с тумбочки, а лишь 30-35%. Большинство юных пловцов (65-70%) выполняли спады с бортика.

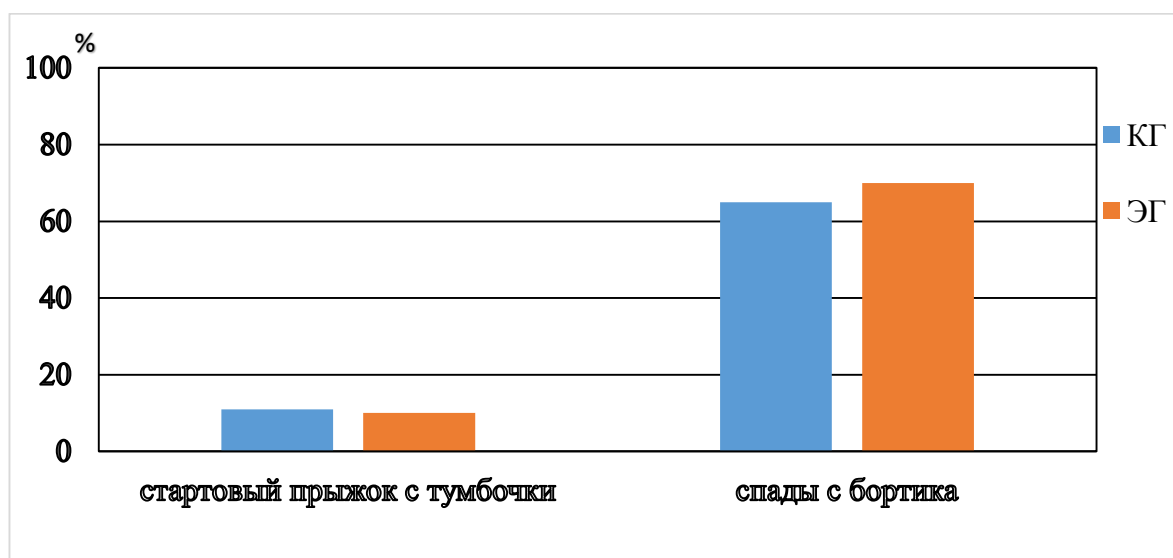


Рис. Старт с тумбочки у юных пловцов

Проведение экспертной оценки качества выполняемого старта с тумбочки позволило определить грубые и незначительные ошибки, допускаемые детьми при прыжках в воду вниз головой. Анализ техники старта у спортсменов показал, что многие дети слабо «знакомы» с тумбочкой. Мы предполагаем, что это связано с тем, что мало времени уделяется технике стартов. Выявили наиболее распространённые ошибки: неэффективная фаза отталкивания, слишком глубокое погружение при входе в воду или наоборот, «плоский» прыжок, короткая фаза скольжения, неграмотный выход на поверхность и другие. Несомненно, мы говорим о технике начинающих спортсменов, и задача тренера – максимально ответственно подойти к подготовке будущих чемпионов.

Для эффективного старта крайне важно получить ускорение от отталкивания, войти в воду на оптимальной глубине, принять максимально обтекаемое положение, понять, когда подключить ноги и туловище к движениям, правильно выйти на поверхность. Результаты оценки пространственно-временных характеристик техники старта с помощью подводной видеосъемки позволили оценить эффективность предложенной программы.

Как говорилось ранее, к часто встречаемым ошибкам относят слишком глубокий вход в воду, свойственный «новичкам», который хорошо видно по траектории движения, напоминающей букву “V”. По окончании исследования в обеих группах наблюдали большую плавность и сглаженность подводной части старта по сравнению с первым тестированием. У большинства спортсменов при первом исследовании наблюдали слишком «глубокий» вход в воду в пределах 1,20-1,30 м. По окончании эксперимента показатель глубины

погружения качественно и достоверно улучшился в ЭГ и составлял $0,96 \pm 0,14$ м, в КГ подобных изменений не наблюдали ($1,18 \pm 0,15$ м). Чем больше глубина погружения, тем больше время стартового отрезка [3]. У пловцов ЭГ время старта сократилось и составило $6,5 \pm 1,7$ с ($p < 0,05$), в КГ изменений не произошло – $11,6 \pm 1,6$ с ($p < 0,05$). Показатель длины фазы скольжения увеличился в обеих группах, но у спортсменов ЭГ он составлял $2,9 \pm 0,50$ м, в то время как в КГ – $1,5 \pm 0,46$ м и достоверно различался ($p < 0,05$). Отметим, что у всех пловцов возросла скорость преодоления 25-метрового отрезка, однако спортсмены ЭГ были достоверно быстрее, чем дети КГ. Таким образом, полученные результаты указывают на положительные сдвиги в технике старта у юных спортсменов, но у детей, занимавшихся по предложенной методике, наблюдали достоверно более качественные изменения регистрируемых показателей.

Заключение. Высокий уровень спортивных результатов требует от пловцов и их тренеров все большей подготовленности. На результативность спортивной деятельности влияют множество факторов: качество выполнения стартов и поворотов, техническая и физическая подготовленность спортсменов и пр. Своевременная разносторонняя подготовка юных пловцов будет являться хорошим фундаментом для будущих достижений. Результаты исследования показали, что технике выполнения стартов с тумбочки уделяется недостаточно внимания, что влияет на качество движений. Были выявлены наиболее встречающиеся ошибки и определены средства для их коррекции. Применение специальных координационных упражнений качественно повлияло на технику старта с тумбочки у пловцов ЭГ и в целом на результат соревновательной дистанции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астапенко, И. Н. Методика совершенствование стартового прыжка в эстафетном плавании у пловцов высокой квалификации / И. Н. Астапенко, Е. С. Жукова // Проблемы

совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической

- культуры и спорта», г. Омск, Россия. – № 1. – 2019. – С. 169-176.
2. Аришин, А. В. Повышение качества методики совершенствования техники старта с тумбочки у подростков / А. В. Аришин, М. С. Малиновский // Физическая культура и здоровье: молодежная наука и инновации. Сборник научных трудов участников VIII Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации; Тульский государственный университет. 2018. – С. 179-182.
3. Скирине, В. В. Старт пловца: проблемы, поиски, решения / В. В. Скирине // Проблемы физического воспитания и спорта. – № 6. – 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/start-plovtsa-problemy-poiski-resheniya/viewer> (дата обращения 09.07.2022).
4. Мухамедшина, З. Т. Старт в современном спортивном плавании / З. Т. Мухамедшина, И. Е. Коновалов // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2016. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/start-v-sovremennom-sportivnom-plavanii> (дата обращения 09.07.2022).

REFERENCES:

1. Astapenko I.N., Zhukova E.S. Methodology for improving the starting jump in relay swimming among elite swimmers. *Problems of Improving Physical Culture, Sport and Olympism*. Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia, no. 1, 2019, pp. 169-176. (in Russ.)
2. Arishin A.V. Improving the quality of the methodology for improving the technique of start with a starting block in adolescents. *Physical Culture and Health: Youth Science and Innovations*. Collection of scientific papers of the participants of the VIII International Scientific and Practical Conference. Ministry of Education and Science of the Russian Federation; Tula State University, 2018. pp. 179-182. (in Russ.)
3. Skirine V.V. Swimmer's start: problems, searches, solutions. *Problems of Physical Education and Sports*, no. 6, 2011. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/start-plovtsa-problemy-poiski-resheniya/viewer> (Accessed 09.07.2022). (in Russ.)
4. Mukhamedshina, Z.T. Kononov I.E. Start in modern sports swimming. *News of the Tula State University. Physical Culture. Sport*, 2016. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/start-v-sovremennom-sportivnom-plavanii> (Accessed 09.07.2022). (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наталья Геннадьевна Скрынникова – кандидат педагогических наук, и. о. доцента кафедры теории и методики плавания, парусного и гребного спорта, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: cyndychok@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natal'ya Gennad'evna Skrynnikova – Candidate of Pedagogical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Swimming, Sailing and Rowing, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: cyndychok@mail.ru.

Для цитирования: Скрынникова, Н. Г. Совершенствование старта с тумбочки на этапе начальной подготовки пловцов / Н. Г. Скрынникова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_50

For citation: Skrynnikova N.G. Improving start from the starting block at the stage of initial training of swimmers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_50

Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_51
УДК 796

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_51
UDC 796

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИЛОВОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ РАЗНЫХ ФАКУЛЬТЕТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА (НА ПРИМЕРЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СИЛЫ МЫШЦ КИСТИ И СПИНЫ)

А.Ю. Шредер¹, Т.Б. Кукоба^{2,3}, Ф.В. Салугин¹, Л.А. Кучкова¹

¹Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия

²Московский педагогический университет, г. Москва, Россия

³ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», п. Звездный городок, Россия

Аннотация. По результатам тестирования силы мышц спины и кистей с помощью динамометрии рассчитаны индекс массы тела и силовые индексы 416 студентов Омского государственного медицинского университета (далее – Университет). Самый низкий уровень силы спины ($p \leq 0,05$) выявлен у студентов педиатрического факультета первого курса, самый низкий уровень силы кисти ($p \leq 0,04$) наблюдался у студентов медико-профилактического факультета второго курса. Самый высокий уровень силы спины ($p \leq 0,05$) и кисти ($p \leq 0,02$) показали студенты стоматологического факультета первого курса. Опрос студентов об уровне двигательной активности, показал, что помимо занятий физической культурой в Университете, вне Университета на первом курсе занималось самостоятельно и систематически больше половины студентов, на втором курсе – примерно треть студентов. Анализ полученных данных говорит, что для успешного выполнения в дальнейшем врачами разных специализаций своей профессиональной деятельности необходимо увеличивать нагрузку на мышцы спины и кисти за счет увеличения количества самостоятельных занятий физическими упражнениями вне Университета.

Ключевые слова: относительная сила мышц спины и кисти, динамометрия, студенты медицины.

COMPARATIVE DESCRIPTION OF STRENGTH FITNESS OF STUDENTS OF DIFFERENT FACULTIES OF A MEDICAL UNIVERSITY (ON THE EXAMPLE OF THE RELATIVE STRENGTH OF THE HAND AND BACK MUSCLES)

A.Yu. Schroeder¹, T.B. Kukoba^{2,3}, F.V. Salugin¹, L.A. Kuchkova¹

¹Omsk State Medical University, Omsk, Russia

²Moscow Pedagogical University, Moscow, Russia

³Yuri A. Gagarin State Scientific Research-and-Testing Cosmonaut Training Center, Zvyozdnyj gorodok, Russia

Annotation. Based on the results of testing the strength of the back and hand muscles with dynamometry, the body mass index and strength indices of 416 students of the Omsk State Medical University (hereinafter referred to as the University) were calculated. The lowest level of back strength ($p \leq 0.05$) was found in first-year students of the Pedagogical Faculty, the lowest level of hand strength ($p \leq 0.04$) was observed in second-year students of the Faculty of Medicine and Prevention. The highest level of back strength ($p \leq 0.05$) and hand strength ($p \leq 0.02$) was demonstrated by first-year students of the Faculty of Dentistry. A survey of students on the level of motor activity revealed that in addition to physical education classes at the University, more than half of the students were working out independently in the first year, and about a third of the students – during the second year. The analysis of the data obtained shows that in order for doctors of various specializations to successfully carry out their professional activities in the future, it is necessary to increase the load on the back and hand muscles by increasing the number of independent working out sessions outside the University.

Keywords: relative strength of back and hand muscles, dynamometry, medical students.

Введение. Проблема сохранения и улучшения оптимального уровня здоровья молодого поколения будет актуальной всегда. Состояние здоровья и физическое развитие необходимо учитывать при рассмотрении будущей профессиональной деятельности студентов. Укрепление здоровья способствует повышению резервных возможностей организма, продуктивной профессиональной деятельности будущих специалистов и, в частности, студентов-медиков. После начала работы в структуре здравоохранения по различным медицинским специальностям у врача, имеющего недостаточную физическую подготовленность, могут развиваться такие заболевания, как гипертоническая болезнь, остеохондроз, невралгия, ожирение и диабет, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и другие [1].

Для успешной профессиональной деятельности врача необходимо иметь хорошее физическое развитие и физическую подготовленность, так как деятельность врача связана с рядом факторов, негативно влияющих на опорно-двигательный аппарат (ОДА), таких как длительное выполнение действий в статическом положении, удержание вертикальной позы, осуществление манипуляций, требующих четкой дифференциации силы мышц кисти. Чтобы снизить негативное влияние профессиональной деятельности на ОДА, необходимо, среди прочего, сформировать правильную осанку [2], укрепить мышцы спины, развить достаточно высокую силу мышц кисти. В таких специальностях, как врач-терапевт, необходимо развивать не только общую выносливость, но и специальные физические качества. Для врача-педиатра необходимо развитие силы мышц кисти и спины, их профессиональная деятельность будет связана с удержанием и поднятием ребенка. Врач-хирург в своей профессии просто обязан иметь «сильную» спину, ноги, и подготовленные мышцы кисти. Статическая выносливость характерна для врача-хирурга, врача-провизора, врача-лаборанта, для врача-стоматолога

еще необходимо иметь сильные мышцы кисти и пальцы рук [2]. Нужно так же отметить, что уровень развития двигательных качеств может служить информативным показателем при определении количественных характеристик здоровья [3].

Критериями оценки силовых способностей в практике физической культуры является абсолютная сила мышц спины и кисти, регистрируемая методом становой и кистевой динамометрии. Данные, полученные при динамометрии, дают возможность оценить показатели произвольной дееспособности отдельных мышечных групп по таким параметрам, как максимальная произвольная сила и выносливость к статическим напряжениям, а также интегральный показатель – максимальная мышечная работоспособность. В связи с тем, что профессионально прикладные физические качества студентов-медиков необходимо развивать и поддерживать с первого курса, готовя тем самым их к эффективному выполнению трудовых функций, становится необходимым оценить уровень их силовых возможностей и контролировать его на протяжении всего периода обучения в ВУЗе.

В данном исследовании представлены данные силовой подготовленности студентов разных факультетов Омского государственного медицинского университета первых двух курсов.

Цель исследования: оценка уровня развития силовых возможностей студентов разных курсов Университета.

Для изучения физического развития и силовых качеств будущих врачей в ходе исследования нами были поставлены следующие задачи:

1. Провести тестирование студентов разных факультетов первых двух курсов Университета.
2. Сравнить показатели относительной силы мышц спины и кистей студентов разных факультетов первых двух курсов Университета.

Методы и организация исследования. В исследовании использовались анализ и обобщение литературных данных, метод тестирования (измерение роста, веса, кистевая динамометрия, стантовая динамометрия), методы математической статистики. Нами были рассчитаны средние показатели роста, веса, силы кисти и спины, а также индекс массы тела (ИМТ), индекс силы мышц кисти (ИСМК) и индекс силы мышц спины (ИСМС). Проводилось сопоставление результатов исследования с нормативными показателями [4-6].

В исследовании приняли участие студенты первых двух курсов Омского государственного медицинского университета обоих полов и разных факультетов. Тестирование проводили со студентами лечебного, педиатрического, стоматологического и медико-профилактического факультетов. На первом курсе было протестировано 284 обучающихся, из них 71 юноша и 213 девушек, на втором курсе – 132 студента, из них 31 юноша и 101 девушка. Оценка достоверности различий между показателями юношей и девушек не выявила статистически значимых значений, что дало возможность объединить студентов в группы без учета гендерных различий.

По учебному плану контактные занятия физической культурой у студентов состояли из занятий атлетической гимнастикой или спортивных игр. На первом курсе контактные занятия в первом семестре составляют два часа, два раза в неделю, во втором семестре – два часа, один раз в неделю. На втором курсе контактные занятия составляют два часа, раз в неделю весь учебный год. На дополнительные самостоятельные занятия студентам вне Университета отводятся первые два курса, начиная со второго семестра – 90 минут в неделю.

Для определения уровня двигательной активности все участвующие в исследовании студенты ответили на вопрос: «Занимаетесь ли Вы каким-нибудь видом физической культуры самостоятельно?»

Например, посещение тренажёрного зала, бег, плавание и др. Если да, то назовите вид занятий, время и количество занятий в неделю».

Обработка результатов исследования была выполнена с использованием общепринятых методов математической статистики. Для каждого из определяемых показателей рассчитывали среднее значение, стандартное отклонение. Оценка достоверности различий осуществлялась на основе расчетов t-критерия Стьюдента в программе Excel 2010 для несвязанных выборок при сравнении между группами. Нормальность распределения определялась на основе критерия Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнивая средние показатели роста и веса студентов первого курса, можно отметить, что самый высокий рост наблюдался у студентов стоматологического факультета, в среднем по группе он составлял 173 ± 9 см (табл.). Самый низкий рост наблюдался у студентов медико-профилактического факультета второго курса, в среднем по группе он составлял 163 ± 7 см. Самый высокий вес выявлен у студентов стоматологического факультета, в среднем по группе показатель составлял 66 ± 11 кг. Самый низкий вес отмечался у студентов медико-профилактического факультета первого курса, в среднем по группе он составлял 57 ± 8 кг.

Анализ данных ИМТ показал, что в соответствии с оценкой, рекомендованной Всемирной Организацией Здравоохранения, значения показателя попадали в «норму» массы тела, и между студентами разных факультетов не выявлено статистически достоверных различий. При этом, самый низкий ИМТ отмечался у студентов медико-профилактического факультета первого курса, и составлял в среднем 20 ± 3 (кг/рост²).

Анализ ИСМС выявил достоверно значимые различия между студентами-медиками разных курсов и факультетов (рис. 1).

Таблица
Антропометрические показатели студентов разных факультетов первых двух курсов
Университета ($x \pm \sigma$)

Факультеты	Рост, см	Вес, кг	ИМТ, кг/рост ²
1 курс			
лечебный	171±8	64±13	22±4
педиатрический	167±10	62±13	22±5
стоматологический	173±9	66±11	22±4
медико-профилактический	167±7	57±8	20±3
2 курс			
лечебный	168±9	62±15	21±4
педиатрический	167±8	60±10	21±3
медико-профилактический	163±7	58±11	21±3

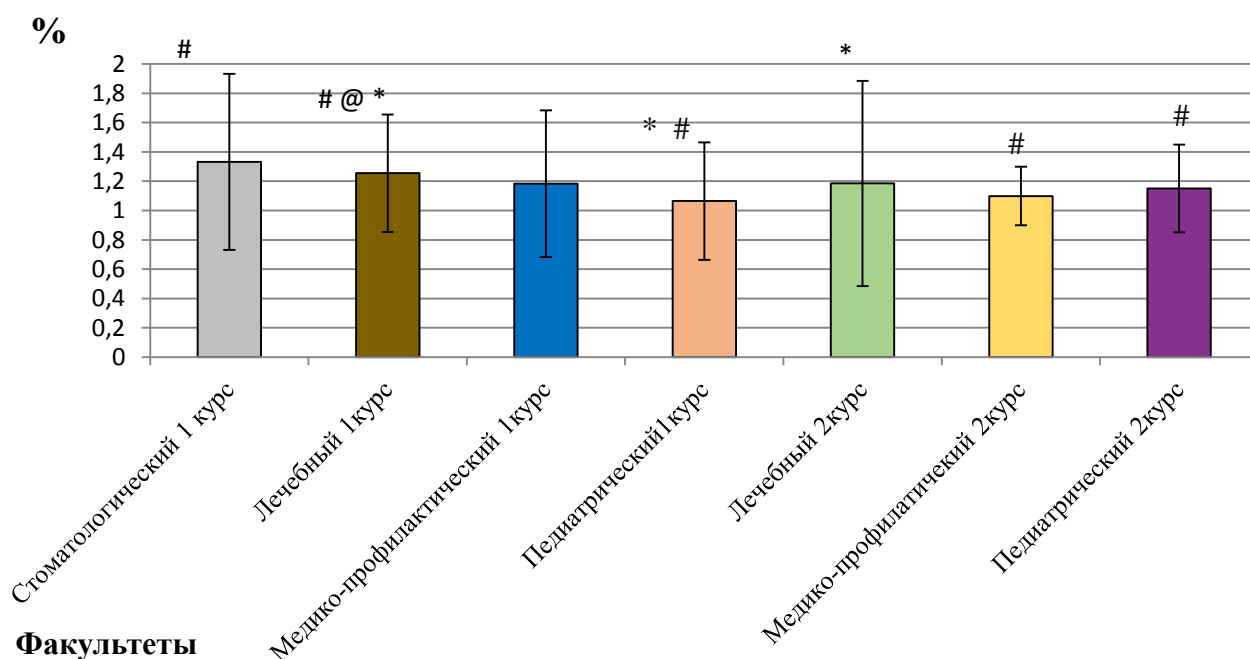


Рис. 1. ИСМС студентов-медиков разных факультетов

Примечание: # – различия достоверны с группой студентов лечебного факультета второго курса при $p \leq 0,04$; @ – различия достоверны с группой студентов лечебного факультета первого курса при $p = 0,01$; * – различия достоверны с группой студентов педиатрического факультета первого курса при $p \leq 0,05$

ИСМС у студентов стоматологического факультета был значимо выше, чем у студентов всех факультетов, за исключением представителей медико-профилактического факультета первого курса и лечебного факультета второго курса ($p \leq 0,05$).

У студентов стоматологического факультета относительная сила мышц спины в

среднем по группе составляла 1,33%. Вторые по данному показателю были студенты лечебного факультета первого курса, ИСМС был в среднем по группе равен 1,25%. Третье место разделили студенты медико-профилактического факультета первого курса и лечебного факультета второго курса, ИСМС у этих двух групп был равен 1,18%. Самый

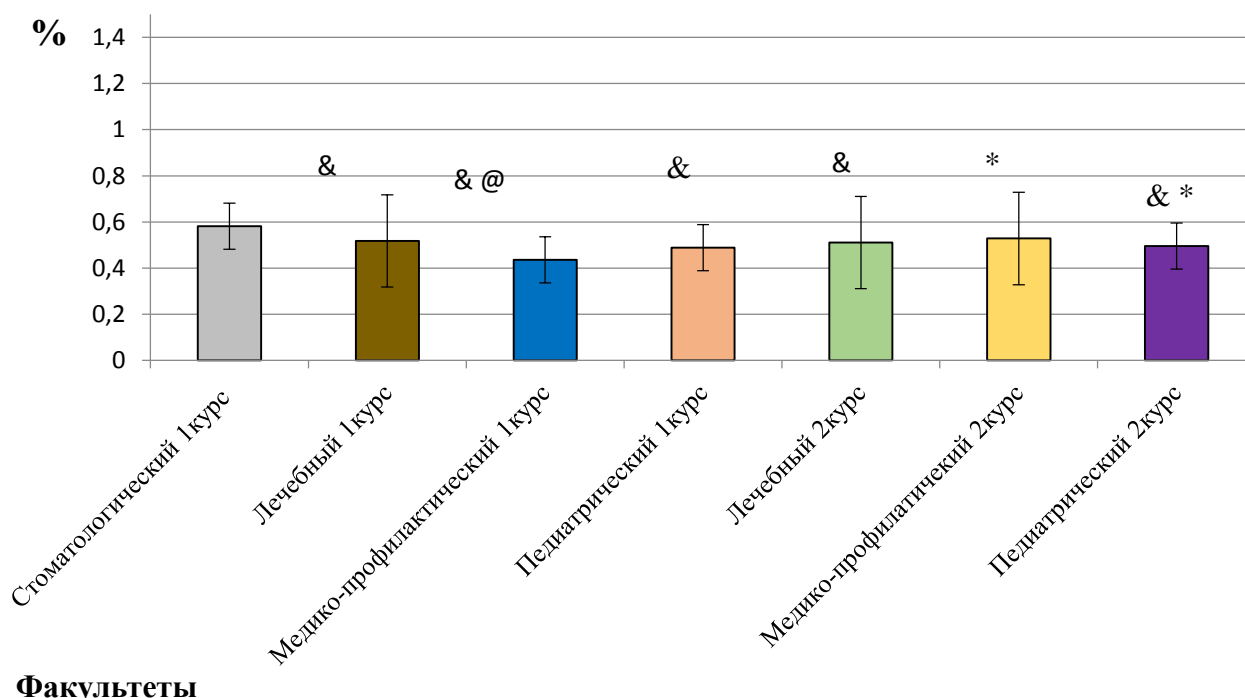
низкий показатель отмечался у студентов педиатрического факультета первого курса ($p=0,05$).

ИСМК был значимо выше у студентов стоматологического факультета по сравнению со всеми изучаемыми группами студентов ($p\leq 0,02$), показатель составлял 0,6% (рис. 2). У студентов медико-профилактического факультета первого курса выявлена самая низкая относительная сила мышц кисти, в среднем она составляла 0,4% и достигала достоверных различий со студентами медико-профилактического факультета второго курса ($p=0,04$), лечебного факультета первого курса ($p=0,05$) и педиатрического факультета второго курса ($p=0,05$).

Анализ опроса показал, что из 284 студентов первого курса 157 самостоятельно и систематически (3 раза в неделю по 60 мин) занимались фитнесом силовой направленности средней интенсивности в течение последнего года. Периодически,

бессистемно занимались самостоятельно 62 студента, 65 студентов самостоятельно физическими упражнениями не занимались. Распределение по факультетам студентов, которые систематически и самостоятельно занимались, представлено на рисунке 3.

Анализ опроса относительно самостоятельных занятий физическими упражнениями студентов второго курса показал, что из 132 студентов 49 самостоятельно и систематически (3 раза в неделю по 60 мин) занимались фитнесом силовой направленности средней интенсивности в течение последнего года. Периодически, бессистемно занимались самостоятельно 11 студентов, 72 студента самостоятельно физическими упражнениями не занимались. Распределение по факультетам студентов второго курса, которые систематически и самостоятельно занимались, представлено на рисунке 4.



Факультеты

Рис. 2. ИСМК студентов-медиков разных факультетов

Примечание: & – различия достоверны с группой студентов стоматологического факультета первого курса при $p\leq 0,02$; @ – различия достоверны с группой студентов лечебного факультета первого курса при $p=0,01$; * – различия достоверны с группой студентов педиатрического факультета первого курса при $p=0,05$

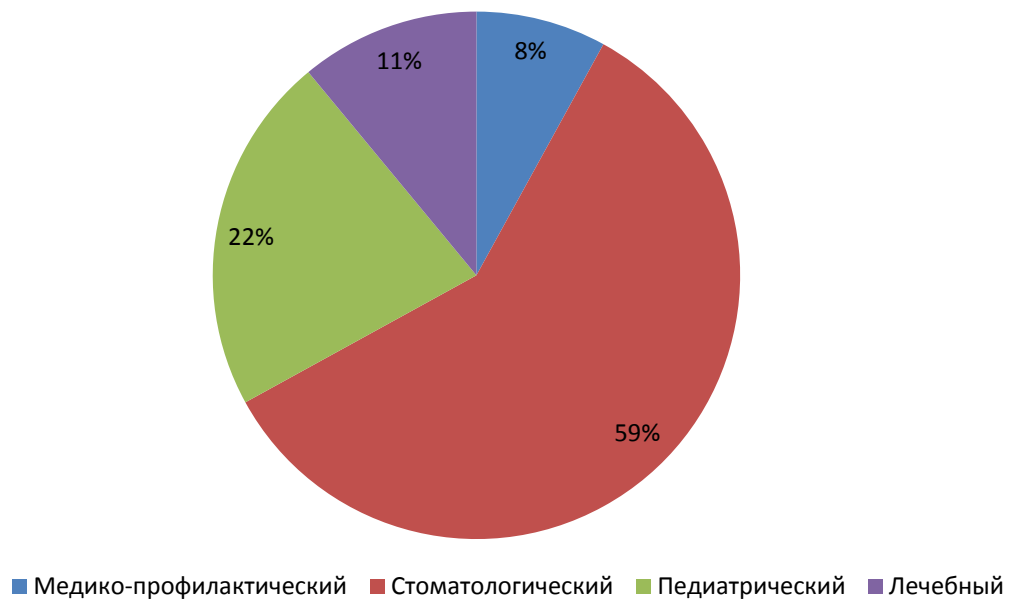


Рис. 3. Распределение по факультетам студентов первого курса, занимающихся систематически и самостоятельно фитнесом силовой направленности

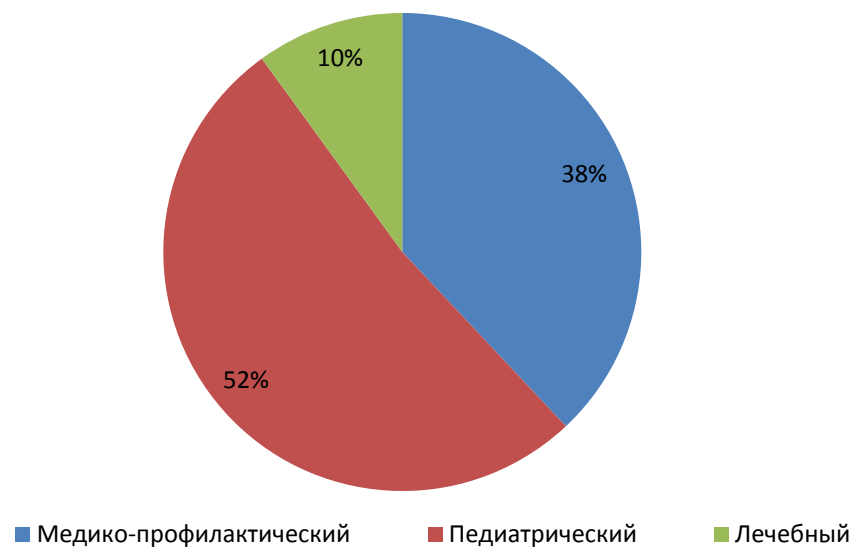


Рис. 4. Распределение по факультетам студентов второго курса, занимающихся систематически и самостоятельно фитнесом силовой направленности

Сравнительный анализ количества дополнительных занятий физическими упражнениями показал, что на втором курсе самостоятельно занимается меньше студентов, чем на первом. Вероятно, это связано с увеличением учебных занятий по общим дисциплинам на втором курсе.

Отсутствие контроля со стороны ВУЗа за посещением студентами дополнительных самостоятельных занятий снижает их значимость для студентов.

Таким образом, анализ весовых показателей студентов-медиков разных

факультетов показал, что в среднем ИМТ находится в пределах нормы.

Сравнивая полученные данные между студентами разных факультетов по показателям относительной силы, мы видим, что в среднем студенты не достигают среднего уровня развития силы мышц спины и кисти. Исключение составили студенты стоматологического факультета, на котором количество студентов, занимающихся самостоятельно фитнесом силовой направленности, было больше, чем на всех остальных. У студентов остальных факультетов силовые качества требуют дополнительного развития не только на учебных, но и на самостоятельных занятиях. Необходимо включать в комплексы самостоятельных занятий упражнения на развития мышц спины для сохранения правильной осанки. Также необходимо уделять внимание мышцам кисти, так как данные мышцы необходимы

в профессиональной деятельности врачей разных специальностей.

Заключение. Исходя из вышеизложенного, рекомендуется следующее:

1. Увеличить число студентов, посещающих дополнительные занятия по дисциплине «Физическая культура», с проведением контрольных мероприятий со стороны преподавателей ВУЗа.

2. Разработать программы самостоятельных тренировочных занятий с учетом физического развития, уровня силовой подготовленности и учебной загруженности студентов, и применить их при самостоятельной работе студентов по физической культуре.

Выполнение рекомендаций позволит повысить мотивацию студентов к самостоятельным занятиям физической культурой и позволит более эффективно готовить студента к его профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нестеренко, Д. В. Методологические основы профессионально-прикладной физической подготовки студентов - будущих врачей / Д. В. Нестеренко // Санкт-Петербургский образовательный вестник. – 2017. – № 6-7(10-11). – С. 65-71.
2. Воробьева, Д. С. Профессионально-прикладная подготовка врачей-стоматологов (терапевтов) / Д. С. Воробьева, С. Ф. Бойченко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-4. – С. 647-648.
3. Маслак, С. А. Взаимосвязь уровня здоровья с показателями физического развития студентов-медиков / С. А. Маслак, Е. Н. Толочко, Л. В. Большаков // Медицинское образование XXI века: Компетентностный подход и его реализация в системе непрерывного медицинского и фармацевтического образования: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием. Витебский государственный медицинский университет. – 2017. – С. 94-95.
4. Дембо, А. Г. Врачебный контроль в спорте / А. Г. Дембо. – М.: Изд-во Медицина, 1988. – 283 с.
5. Пястолоба, Н. Б. Индекс Кетле как инструмент оценки физического состояния организма

/ Н. Б. Пястолова // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 43-48.

6. Чедов, К. В. Физическая культура. Врачебный контроль и самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом: учебно-методическое пособие / К. В. Чедов // Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2021. – 95 с. – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/chedov-fizicheskaya-kultura-vrachebnyjkontrol-i-samokontrol-zanimayushchihsiya-fizicheskimi-uprazhneniyami-i-sportom.pdf> (дата обращения: 05.08.2022)

REFERENCES

1. Nesterenko D.V. Methodological bases of professional applied physical training of students - future doctors. *Saint-Petersburg Educational Bulletin*, 2017, no. 6-7 (10-11), pp. 65-71. (in Russ.)
2. Vorob'yova D.S., Wojchenko S.F. Professional and applied training of dentists (therapists). *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2016, no. 11-4, pp. 647-648. (in Russ.)
3. Maslak S.A., Tolochko E.N., Bolshakov L.V. Interrelation of health level with indicators of physical development of medical students. *Medical education of the XXI century: Competence*

approach and its implementation in the system of continuous medical and pharmaceutical education: collection of materials of the Republican Scientific and Practical Conference with international participation. Vitebsk State Medical University, 2017. pp. 94-95. (in Russ.)

4. Dembo A.G. Medical control in sports. Moscow: "Meditsina" Publishing House, 1988. 283 p. (in Russ.)

5. Pyastolova N.B. The Quetelet index as a tool for assessing the physical condition of the body.

Physical culture. Sport. Tourism. Motor recreation, 2020, vol. 5, no. 4, pp. 43-48. (in Russ.)

6. Chedov K.V. Physical culture. Medical control and self-control of those engaged in physical activity and sports: a study guide. Perm State National Research University, Perm, 2021. 95 p. Available at: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/chedov-fizicheskaya-kultura-vrachebnyjkontrol-i-samokontrol-zanimayushchihsyafizicheskimi-uprazhneniyami-i-sportom.pdf> (accessed 05.08.2022) (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анна Юрьевна Шредер – заведующий кафедрой физической культуры Омского государственного медицинского университета, Омск, e-mail: ASHreder@mail.ru.

Татьяна Борисовна Кукоба – доцент кафедры спортивных дисциплин и методик их преподавания Московского педагогического университета; ведущий научный сотрудник Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, Звездный городок, e-mail: tb.kukoba@mpgu.su.

Филипп Вадимович Салугин – профессор кафедры физической культуры Омского государственного медицинского университета, Омск, e-mail: saluginfil@mail.ru.

Лилия Анатольевна Кучкова – старший преподаватель кафедры физической культуры Омского государственного медицинского университета, Омск, e-mail: lilya_rasskazova@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anna Yur'evna Schroeder – Head of the Department of Physical Culture, Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: ASHreder@mail.ru.

Tat'yana Borisovna Kukoba – Associate Professor of the Department of Sports Disciplines and Methods of their Teaching, Moscow Pedagogical University, Moscow; Leading Researcher, Yuri A. Gagarin State Scientific Research-and-Testing Cosmonaut Training Center, Zvezdnyj gorodok, e-mail: tb.kukoba@mpgu.su.

Filipp Vadimovich Salugin – Professor of the Department of Physical Culture, Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: saluginfil@mail.ru.

Lilya Anatol'evna Kuchkova – Senior Lecturer of the Department of Physical Culture, Omsk State Medical University, Omsk, e-mail: lilya_rasskazova@mail.ru.

Для цитирования: Сравнительная характеристика силовой подготовленности студентов разных факультетов медицинского вуза (на примере относительной силы мышц кисти и спины) / А.Ю. Шредер, Т.Б. Кукоба, Ф.В. Салугин, Л.А. Кучкова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_51

For citation: Schroeder A.Yu., Kukoba T.B., Kalugin F.V., Kuchkova L.A. Comparative characteristics of strength training of students of different faculties of a medical university (using the example of the relative strength of the hand and back muscles). *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_51



**СКФНКЦ
ФМБА России**

Северо-Кавказский федеральный
научно-клинический центр



Контакты

Тел.: 8 (906) 471-14-05
Тел./факс: 8 (87934) 992-91
e-mail: svb@skfmba.ru

Адрес: Россия, Ставропольский край,
г.Ессентуки, ул.Советская, д.24
Почтовый индекс: 357340

www.svbskfmba.ru