

СКФНКЦ ФМБА России
Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ БИОМЕДИЦИНЫ

Modern issues of biomedicine

Т. 9, № 4(34), 2025

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ БИОМЕДИЦИНЫ © 2025

Т. 9, № 4(34), 2025

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 профессиональная физическая подготовка», «Теория и методика спорта», «Оздоровительная и адаптивная физическая культура», «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: 1.5.5. – Физиология человека и животных (медицинские науки); 1.5.5. – Физиология человека и животных (биологические науки); 3.1.33. – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (медицинские науки); 3.1.33. – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (биологические науки); 1.1.10. – Биомеханика и биоинженерия (биологические науки); 5.3.2. – Психофизиология (психологические науки); 5.8.4. – Физическая культура и профессиональная физическая подготовка (педагогические науки); 5.8.5. – Теория и методика спорта (педагогические науки); 5.8.6. – Оздоровительная и адаптивная физическая культура (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 языке.
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.
E-mail редакции: **svb@skfmba.ru.**
Сайт журнала: **http://svbskfmba.ru.**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Тер-Акопов Гукас Николаевич – канд. экон. наук, доцент (Россия, Ессентуки)

Заместитель главного редактора

Корягина Юлия Владиславовна – д-р биол. наук, профессор (Россия, Ессентуки)

Члены редакционной коллегии журнала

Абрамова Т.Ф. – д-р биол. наук (Россия, Москва)
Артеменко Е.П. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Казань)
Быков Е.В. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Челябинск)
Голикова Е.М. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Оренбург)
Горская И.Ю. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Омск)
Драндров Г.Л. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Чебоксары)
Ефименко Н.В. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Ессентуки)
Замощина Т.А. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Томск)
Кайсинова А.С. – д-р мед. наук (Россия, Ессентуки)
Калинина И.Н. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Краснодар)
Кобринский М.Е. – д-р пед. наук, профессор (Беларусь, Минск)
Козин В.В. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Санкт-Петербург)
Кудашова Л.Р. – д-р биол. наук, профессор (Казахстан, Алматы)
Литвинова Н.А. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Кемерово)
Махов А.С. – д-р пед. наук, доцент (Россия, Москва)
Мельников А.А. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Москва)
Нопин С.В. – канд. техн. наук., д-р.биол.наук(Россия,Ессентуки)
Репс В.Ф. – д-р биол. наук (Россия, Пятигорск)
Сентябрев Н.Н. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Волгоград)
Сингх Рам Бахадур – д-р мед. наук, профессор (Индия)
Сивохин И.П. – д-р пед. наук (Казахстан, Костанай)
Смоленцева В.Н. – д-р психол. наук, профессор (Россия, Омск)
Тамбовцева Р.В. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Москва)
Трещева О.Л. – д-р пед. наук, профессор (Россия, Омск)
Ходасевич Л.С. – д-р мед. наук, профессор (Россия, Сочи)
Чермит К.Д. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Майкоп)
Шлык Н.И. – д-р биол. наук, профессор (Россия, Ижевск)

MODERN ISSUES OF BIOMEDICINE © 2025

Vol. 9, No. 4(34), 2025

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 culture and professional physical training', 'Theory and methods in sports', 'Health and adaptive physical culture', '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: 1.5.5. – Human and animal physiology (medical sciences); 1.5.5. – Human and animal physiology (biological sciences); 3.1.33. – Restorative medicine, sports medicine, exercise therapy, balneology and physiotherapy (medical sciences); 3.1.33. – Restorative medicine, sports medicine, exercise therapy, balneology and physiotherapy (biological sciences); 1.1.10. – Biomechanics and bioengineering (biological sciences); 5.3.2. – Psychophysiology (psychological sciences); 5.8.4. – Physical culture and professional physical training (pedagogical sciences); 5.8.5. – Theory and methodology of sports (pedagogical sciences); 5.8.6. – 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.
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 Krai, 357600, Russia
E-mail: **svb@skfmba.ru.**
Domain name of the Internet portal of the journal: **http://svbskfmba.ru.**

EDITORIAL BOARD

Chief editor of the journal
Ter-Akopov Gukas Nikolaevich – PhD in Economic Sciences, Associate Professor (Russia, Essentuki)

Deputy chief editor
Koryagina Yulia Vladislavovna – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Essentuki)

Members of the Editorial Board:

Abramova T.F. – Doctor of Biological Sciences (Russia, Moscow)
Artemenko E.P. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Kazan)
Bykov E.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Chelyabinsk)
Golikova E.M. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Omsk)
Gorskaya I.Yu. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)
Drandlov G.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Cheboksary)
Efimenko N.V. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Essentuki)
Zamoshchina T.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Tomsk)
Kajsinova A.S. – Doctor of Medical Sciences (Russia, Essentuki)
Kalinina I.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Krasnodar)
Kobrinskij M.E. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Belarus, Minsk)
Kozin V.V. – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Russia, Saint Petersburg)
Kudashova L.R. – Doctor of Biological sciences, Professor (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, Doctor of Biological Sciences (Russia, Essentuki)
Reps V.F. – Doctor of Biological Sciences (Russia, Pyatigorsk)
Sentyabrev N.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Volgograd)
Singh Ram Bahadur – Doctor of Medical Sciences, Professor (India)
Sivokhin I.P. – Doctor of Pedagogical Sciences (Kazakhstan, Kostanaj)
Smolentseva V.N. – Doctor of Psychological Sciences, Professor (Russia, Omsk)
Tambovtseva R.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Moscow)
Treshcheva O.L. – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia, Omsk)
Khodasevich L.S. – Doctor of Medical Sciences, Professor (Russia, Sochi)
Chermit K.D. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Majkop)
Shlyk N.I. – Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia, Izhevsk)

СОДЕРЖАНИЕ

Физиология

ИНТЕГРАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ШОРТ-ТРЕКОВИКОВ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ РАЗЛИЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА В ПОКАЗАТЕЛЯХ АНАЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ 11
Т.М. Брук, П.А. Терехов

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОККЕИСТОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОМАНДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ 23
Е.В. Быков, И.Ф. Харина, Е.Г. Сидоркина, С.С. Жаворонков, В.В. Сверчков

ОЦЕНКА СОМАТОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ 8-12 ЛЕТ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА 32
К.В. Выборная

ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ГЕМОГЛОБИНОВ ПЕРИОДА НОВОРОЖДЕННОСТИ, КАК ФАКТОРОВ АДАПТАЦИИ И ДЕЗАДАПТАЦИИ 38
И.В. Гераськин, А.В. Дерюгина, В.А. Гераськин, Н.В. Гераськина

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЕВУШЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГОРНЫМ ТУРИЗМОМ, В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ 46
Т.А. Жмурова, Ю.В. Корягина, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗМА ДЕВУШЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГОРНЫМ ТУРИЗМОМ, В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ С УЧЕТОМ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ 53
Т.А. Жмурова, Ю.В. Корягина, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ТАНЦОРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КАРДИОГЕМОДИНАМИКИ 62
Н.Н. Захарьева, Г.В. Савкин

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА, АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ТАНЦОРОВ И ТАНЦОВЩИЦ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ БАЛЬНЫМИ ТАНЦАМИ 73
Н.Н. Захарьева, Е.И. Малиева, Д.А. Кардаш, И.В. Абдрахманова

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ СКАЛОЛАЗОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЛАЗАНИЕ НА СКОРОСТЬ» 82
Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова

ВЛИЯНИЕ СЕАНСА ПАРНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ СТИМУЛЯЦИИ С ОПЕРЕЖЕНИЕМ ПРИБЫТИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОГО СТИМУЛА НА СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА 94
С.М. Иванов, Р.М. Городничев

ОЦЕНКА ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ГАНДБОЛИСТОВ С ДЕПРИВАЦИЕЙ СЛУХА
Т.А. Исаенко, Я.Е. Бугаец, А.С. Гронская, М.В. Малука 101

ВАРИАТИВНОСТЬ МЕХАНИЗМОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЯХ
А.А. Коршунова, А.С. Башкина, В.В. Ключевский 107

ВЛИЯНИЕ СТУПЕНЧАТО НАРАСТАЮЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЯХ ВОЛЕЙБОЛОМ
Ф.Б. Литвин, В.Я. Жигало 115

РЕАКЦИЯ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА НА ПРОБУ С ФИКСИРОВАННЫМ ДЫХАНИЕМ
Г.В. Лурье, Е.Ю. Федорова, Я.В. Гурин, В.И. Максимов 122

ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ
Е.В. Макарова-Горбачева, А.И. Будаев, О.Н. Павлова, Н.Н. Желонкин 129

СУТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РИТМОВ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИТБОЛ-ГИМНАСТИКОЙ СТУДЕНТОК С ВЕГЕТО-СОСУДИСТОЙ ДИСТОНИЕЙ ПО ГИПЕРТОНИЧЕСКОМУ ТИПУ
Е.А. Милашечкина, В.И. Торшин 134

СПЕЦИФИКА ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ, С УЧЕТОМ ВОЗРАСТНЫХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ АСПЕКТОВ
А.С. Назаренко, Ф.А. Мавлиев 138

ОСОБЕННОСТИ ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА
С.И. Павленко, Д.С. Громова 145

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА
А.С. Прохорцева, А.В. Казалиева, М.Г. Половникова, М.А. Зуб 151

ВЛИЯНИЕ СПЛЕНЭКТОМИИ И РЕЗЕКЦИИ СЕЛЕЗЕНКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМАТОЛОГИИ И СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КРОВИ
Р.И. Рагимова, Г.С. Рагимов, Н.Г. Мазанова, Р.Г. Рагимов, Ф.З. Алиярова 159

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ АРХАНГЕЛЬСКОЙ, МОСКОВСКОЙ И ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ
В.Д. Сонькин, И.Д. Коняев 166

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОДНОКРАТНОЙ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ
Р.Р. Талыбова, Я.В. Голуб 173

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ПАТТЕРНА И ВЕГЕТАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДОМ СЕНСОМОТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЫХАНИЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФЕНОМЕНОВ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ НАРУШЕНИЙ ЭКСТРАПИРАМИДНОЙ СИСТЕМЫ 177
Е.П. Черноволенко, С.В. Клаучек, А.Е. Барулин

Психофизиология

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА КОНСТИТУЦИИ 184
Е.В. Климова, С.М. Суботялова, А.П. Козлова, М.А. Суботялов

Курортология и реабилитация

ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФАРКТА ГОЛОВНОГО МОЗГА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ПЕРЕНЕСЕННОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ, СРЕДИ ИНВАЛИДОВ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. МОСКВЫ 192
И.В. Джафарли, О.С. Васильев, М.А. Омаров, Е.Е. Ачкасов, Н.И. Медведева

ДОСТУПНАЯ СРЕДА В КУРОРТОЛОГИИ: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ 201
Г.Н. Пономаренко, О.А. Мирошниченко

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ БОЛИ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ COVID-19 209
А.Д. Рубель, Л.Н. Гуменюк, Ю.В. Бобрик

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ В ИНТЕГРАТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОК С ХРОНИЧЕСКИМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ ПОСЛЕ МАСТЭКТОМИИ: ОЦЕНКА ДИНАМИКИ БОЛИ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ 216
К.А. Строков, В.А. Черноротов, Л.Н. Гуменюк

ОБОСНОВАНИЕ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ КУРОРТА СЕРГИЕВСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ 223
А.П. Тычинина, Ю.В. Корягина, В.В. Корнева, А.С. Караваева

ПРОФИЛАКТИКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗУБНОГО РЯДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ 229
Р.Д. Юсупов, Э.Р. Рубинина, И.В. Азаряев, Т.Г. Алои, Ш.С. Никацаев

Спортивная медицина

ОСОБЕННОСТИ СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СПОРТСМЕНОК, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ 237
К.В. Выборная, Д.Б. Никитюк

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ И МАКРОНУТРИЕНТОВ СПОРТСМЕНКАМИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМИСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ 245
Ю.А. Мезенцева, З.М. Шурова, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц

ПОТРЕБЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК РОССИЙСКИМИ БОКСЕРАМИ 251
А.Б. Мирошников, П.И. Хорькин, М.В. Кузина, В.Д. Баринова, Н.Н. Кондаков, К.Р. Шафеева, А.В. Шевцов

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОК, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ 263
З.М. Шурова, Ю.А. Мезенцева, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц

Физическая культура и профессиональная физическая подготовка

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СИЛОВЫМ ФИТНЕСОМ НА РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДЕВОЧЕК 3-4 КЛАССОВ 270
Л.С. Дворкин, В.Е. Кузьменко, А.А. Коваль

РАЗВИТИЕ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ДЕВУШЕК 15-16 ЛЕТ НА ОСНОВЕ BODY PUMP 275
Л.С. Дворкин, А.Е. Стародубцева, Т.В. Бойко, С.В. Будюк

Теория и методика спорта

ПОКАЗАТЕЛИ ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ДИАГНОСТИКИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ 280
И.Ю. Горская, В.Б. Антипин, Е.Н. Мироненко

ВОЗРАСТ СИЛЬНЕЙШИХ ПАУЭРЛИФТЕРОВ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИЛОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ 287
Т.П. Ефимова, С.В. Матук, М.Х. Спатаева, Т.А. Непомнящих, Ю.Ф. Назаренко

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА СОПРЯЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАЗВИТИИ ПРЫГУЧЕСТИ У ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ГИМНАСТОК НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ 294
М.А. Овсянникова, Е.Е. Биндусов, Е.Е. Лукашина, М.А. Петрова

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МЫШЦ НИЖНИХ И ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ЛЫЖНИКОВ И ЛЫЖНИЦ 12-16 ЛЕТ 300
Ю.П. Салова, С.А. Ленькова, Е.А. Реуцкая, Е.В. Щапов

CONTENTS

Physiology

INTEGRATION OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE BODY OF YOUNG SHORT-TRACK ATHLETES WHEN ACHIEVING VARIOUS RESULTS IN ANAEROBIC ENDURANCE INDICATORS 11
T.M. Bruk, P.A. Terekhov

PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF STUDENT HOCKEY PLAYERS WITH DIFFERENT LEVELS OF SPORTS PERFORMANCE 23
E.V. Bykov, I.F. Kharina, E.G. Sidorkina, S.S. Zhavoronkov, V.V. Sverchkov

EVALUATION OF SOMATOMETRIC AND PHYSIOMETRIC INDICATORS OF 8-12-YEAR-OLD CHILDREN IN THE MOSCOW REGION 32
K.V. Vybornaya

SIGNIFICANCE OF TRANSFORMATION OF THE HEMOGLOBIN STRUCTURE IN THE NEONATAL PERIOD AS ADAPTATION AND MALADAPTATION FACTORS 38
I.V. Geraskin, A.V. Deryugina, V.A. Geraskin, N.V. Geraskina

ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF GIRLS ENGAGED IN MOUNTAIN TOURISM IN THE MID-MOUNTAIN CONDITIONS 46
T.A. Zhmurova, Yu.V. Koryagina, S.M. Ryabtsev, T.S. Morozova

ADAPTATION POTENTIAL OF THE BODY OF GIRLS ENGAGED IN EXTREME MOUNTAIN TOURISM, TAKING INTO ACCOUNT THE TYPOLOGICAL FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION 53
T.A. Zhmurova, Yu.V. Koryagina, S.M. Ryabtsev, T.S. Morozova

PECULIARITIES OF VERTICAL STABILITY, PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PHYSICAL QUALITIES IN HIGHLY QUALIFIED DANCERS WITH DIFFERENT TYPES OF HEART HEMODYNAMICS 62
N.N. Zakharyeva, G.V. Savkin

MORPHOFUNCTIONAL STATUS, AEROBIC AND ANAEROBIC ENDURANCE OF ELITE COMPETITIVE BALLROOM DANCERS 73
N.N. Zakharyeva, E.I. Malieva, D.A. Kardash, I.V. Abdrakhmanova

MORPHOLOGICAL STATUS AND PHYSICAL FITNESS OF HIGHLY QUALIFIED CLIMBERS IN SPEED CLIMBING 82
Yu.S. Zemtsova, T.F. Abramova

THE EFFECT OF PAIRED ASSOCIATIVE STIMULATION WITH A TRANSCRANIAL STIMULUS ADVANCE ARRIVAL ON THE HUMAN'S VOLUNTARY CONTRACTION SPEED-STRENGTH CHARACTERISTICS 94
S.M. Ivanov, R.M. Gorodnichev

ASSESSMENT OF PSYCHOMOTOR ABILITIES IN HANDBALL PLAYERS WITH HEARING DEPRIVATION 101
T.A. Isaenko, Ya.E. Bugaets, A.S. Gronskaya, M.V. Maluka

VARIABILITY OF MICROCIRCULATION MECHANISMS IN THE LOWER EXTREMITIES 107
A.A. Korshunova, A.S. Bashkina, V.V. Klyuchevskij

INFLUENCE OF PROGRESSIVE PHYSICAL ACTIVITY ON HEART RATE VARIABILITY DEPENDING ON THE TYPE OF AUTONOMIC REGULATION DURING HEALTH-IMPROVING VOLLEYBALL EXERCISES 115
F.B. Litvin, V.Ya. Zhigalo

THE REACTION OF STUDENTS OF DIFFERENT MORPHOFUNCTIONAL STATUS TO THE FIXED BREATHING TEST 122
G.V. Lur'e, E.Yu. Fedorova, Ya.V. Gurin, V.I. Maksimov

CHANGES IN THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND INDICATORS OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF MEDICAL STUDENTS DURING THE EDUCATIONAL PROCESS 129
E.V. Makarova-Gorbacheva, A.I. Budaev, O.N. Pavlova, N.N. Zhelonkin

DAILY ORGANIZATION OF ARTERIAL PRESSURE RHYTHMS IN FEMALE STUDENTS WITH THE HYPERTENSIVE TYPE OF VEGETATIVE-VASCULAR DYSTONIA, WHO ARE ENGAGED IN FITBALL GYMNASTICS 134
E.A. Milashechkina, V.I. Torshin

POSTURAL CONTROL IN CHILDREN AND ADOLESCENTS INVOLVED IN SPORTS, TAKING INTO ACCOUNT AGE AND AUTONOMIC ASPECTS 138
A.S. Nazarenko, F.A. Mavliev

CHARACTERISTICS OF THE CHRONOBIOLOGICAL ORGANIZATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN MEDICAL STUDENTS 145
S.I. Pavlenko, D.S. Gromova

HEMODYNAMIC EFFECTS OF THE CIRCULATORY SYSTEM AUTOREGULATION IN GAME SPORTS ATHLETES 151
A.S. Prokhortseva, A.V. Kazalieva, M.G. Polovnikova, M.A. Zub

THE EFFECT OF SPLENECTOMY AND SPLEEN RESECTION ON HEMATOLOGY INDICATORS AND BLOOD COAGULATION SYSTEM 159
R.I. Ragimova, G.S. Ragimov, N.G. Mazanova, R.G. Ragimov, F.Z. Aliyarova

PHYSICAL DEVELOPMENT AND MOTOR FITNESS OF CHILDREN AGED 5-6 YEARS OLD IN THE ARKHANGELSK, MOSCOW, AND PENZA REGIONS OF RUSSIA 166
V.D. Son'kin, I.D. Konyaev

THE EFFECT OF A SINGLE AUDIOVISUAL STIMULATION ON VISUAL WORKING MEMORY INDICATORS 173
R.R. Talybova, Ya.V. Golub

FEATURES OF PHYSIOLOGICAL CORRECTION OF RESPIRATORY PATTERN AND VEGETATIVE PARAMETERS BY THE SENSORIMOTOR CONTROL OF BREATHING METHOD IN MODELING PHENOMENA SPECIFIC TO EXTRAPYRAMIDAL DISORDERS 177
E.P. Chernovolenko, S.V. Klauchek, A.E. Barulin

Phychophysiology

PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF STUDENTS OF A TRANSPORT UNIVERSITY DEPENDING ON THE TYPE OF BODY CONSTITUTION 184
E.V. Klimova, S.M. Subotyalova, A.P. Kozlova, M.A. Subotyalov

Balneology and rehabilitation

ETIOPATHOGENETIC AND CLINICAL FEATURES OF CEREBRAL INFARCTION CAUSED BY A CORONAVIRUS INFECTION AMONG DISABLED ADULTS IN MOSCOW 192
I.V. Dzhafarli, O.S. Vasilyev, M.A. Omarov, E.E. Achkasov, N.I. Medvedeva

ACCESSIBLE ENVIRONMENT IN RESORTOLOGY: CHALLENGES OF THE TIME 201
G.N. Ponomarenko, O.A. Miroshnichenko

EFFICACY OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION IN CHRONIC HEADACHE FOLLOWING COVID-19 209
A.D. Rubel, L.N. Gumeniuk, Yu.V. Bobrik

APPLICATION OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION IN INTEGRATIVE REHABILITATION OF PATIENTS WITH POSTMASTECTOMY CHRONIC PAIN SYNDROME: ASSESSMENT OF PAIN AND QUALITY OF LIFE DYNAMICS 216
K.A. Strokov, V.A. Chernorotov, L.N. Gumenyuk

SUBSTANTIATION OF THE THERAPEUTIC AND RECREATIONAL POTENTIAL OF THE SAMARA OBLAST ON THE EXAMPLE OF THE SERGIEVSKY MINERAL WATERS RESORT 223
A.P. Tychinina, Yu.V. Koryagina, V.V. Korneva, A.S. Karavaeva

PREVENTION AND RESTORATION OF THE DENTITION USING 3D TECHNOLOGY IN MODERN DENTISTRY 229
R.D. Yusupov, E.R. Rubinina, I.V. Azaryaev, T.G. Aloi, Sh.S. Nikatsaev

Sports medicine

FEATURES OF THE SOMATOTYPOLOGICAL PROFILE OF FEMALE FIELD HOCKEY ATHLETES 237
K.V. Vybornaya, D.B. Nikityuk

ENERGY AND MACRONUTRIENT CONSUMPTION IN FEMALE FIELD HOCKEY ATHLETES 245
Yu.A. Mezentseva, Z.M. Shurova, N.N. Denisova, E.E. Keshabyants

CONSUMPTION OF DIETARY SUPPLEMENTS BY RUSSIAN BOXERS
A.B. Miroshnikov, P.I. Khorkin, M.V. Kuzina, V.D. Barinova, N.N. Kondakov, K.R. Shafeeva, A.V. Shevtsov 251

RESULTS OF THE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE ACTUAL NUTRITION OF YOUNG FEMALE ATHLETES SPECIALIZING IN FIELD HOCKEY 263
Z.M. Shurova, Yu.A. Mezentseva, N.N. Denisova, E.E. Keshabyants

Physical culture and professional physical training

IMPACT OF STRENGTH FITNESS CLASSES FOR DEVELOPING BASIC PHYSICAL QUALITIES 3-4-GRADE GIRLS 270
L.S. Dvorkin, V.E. Kuzmenko, A.A. Koval

DEVELOPMENT OF STRENGTH ENDURANCE IN 15-16-YEAR-OLD GIRLS USING BODY PUMP 275
L.S. Dvorkin, A.E. Starodubtseva, T.V. Bojko, S.V. Budyuk

Theory and methods in sports

INDICATORS OF PSYCHOMOTOR ABILITIES OF QUALIFIED ATHLETES AS A TOOL FOR DIAGNOSTICS OF COMPETITIVE READINESS 280
I.Yu. Gorskaya, V.B. Antipin, E.N. Mironenko

THE AGE OF THE STRONGEST POWERLIFTERS AND COMPETITIVE ACTIVITY AS A CRITERION FOR MAXIMIZING THE STRENGTH OF ATHLETES 287
T.P. Efimova, S.V. Matuk, M.Kh. Spataeva, T.A. Nepomnyashchikh, Yu.F. Nazarenko

EFFECTIVENESS OF THE CONJUGATED IMPACT METHOD IN THE DEVELOPMENT OF JUMPING ABILITIES IN RHYTHMIC GYMNASTICS AT THE INITIAL TRAINING STAGE 294
M.A. Ovsyannikova, E.E. Bindusov, E.E. Lukashina, M.A. Petrova

AGE-RELATED DYNAMICS OF SPEED-STRENGTH CAPABILITIES OF THE LOWER AND UPPER LIMB MUSCLES IN 12-16-YEAR-OLD CROSS-COUNTRY SKIERS 300
Yu.P. Salova, S.A. Lenkova, E.A. Reutskaya, E.V. Shchapov

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_1
УДК 612.176.4

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_1
UDC 612.176.4

ИНТЕГРАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ ШОРТ-ТРЕКОВИКОВ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ РАЗЛИЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА В ПОКАЗАТЕЛЯХ АНАЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Т.М. Брук, П.А. Терехов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», г. Смоленск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель работы – выявить интеграцию физиологических функций организма юных спортсменов при достижении различного результата на гликолитическую нагрузку по ведущим маркерам функционального состояния и специальной работоспособности. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 28 юных шорт-трековиков города Смоленска. Функциональная диагностика включала оценку нейронального метаболизма, вариабельности сердечного ритма и микрогемоциркуляции крови. Оценка специальной работоспособности состояла из полевого и велоэргометрического тестирований. ***Результаты*** исследования показали, что достижение высокого результата в анаэробной выносливости у шорт-трековиков 13 лет сопровождалось меньшими сдвигами его «физиологической цены» по сравнению с 12-летними атлетами. ***Заключение.*** Полученные данные способствовали построению модели интегративной диагностики текущего состояния организма у юных шорт-трековиков различного возраста.

Ключевые слова: интеграция, вариабельность сердечного ритма, микрогемоциркуляция, нейроэнергокартирование, велоэргометрия, анаэробная выносливость, специальная работоспособность, шорт-трек.

INTEGRATION OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF THE BODY OF YOUNG SHORT-TRACK ATHLETES WHEN ACHIEVING VARIOUS RESULTS IN ANAEROBIC ENDURANCE INDICATORS

T.M. Bruk, P.A. Terekhov
Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The aim of the work is to identify the integration of physiological functions of the body of young athletes when achieving different results on the glycolytic load according to the leading markers of the functional state and special performance. ***Methods.*** The study involved 28 young short track athletes from Smolensk. Functional diagnostics included an assessment of neuronal metabolism, heart rate variability and blood microhemocirculation. Special performance consisted of field and bicycle ergometric testing. ***The results*** of the study showed that achieving a high result in anaerobic endurance in 13-year-old short track athletes was accompanied by smaller shifts in its "physiological cost" compared to 12-year-old athletes. ***Conclusion.*** The data obtained contributed to the construction of a model of integrative diagnostics of the current state of the body in young short track athletes of different ages.

Keywords: integration, heart rate variability, microhemocirculation, neuroenergy mapping, bicycle ergometry, anaerobic endurance, special performance, short track speed skating.

Введение. Научных данных по оценке специальной работоспособности атлетов шорт-трековиков посредством велоэргометрии и полевого тестирования чрезвычайно мало несмотря на медальную емкость (9 комплектов наград) этого вида спорта на Олимпийских играх [1-3].

Более того в большинстве доступных работ представлены исследования, изучающие функциональные изменения в организме и особенности их регуляции в процессе профессиональной деятельности атлетов в рамках одной системы обеспечения: крови [1], биохимических показателей [4, 5], морфофункциональных характеристик [6], кровообращения [7]. Исходя из этого, актуальной задачей является анализ гликолитических параметров анаэробной работы, так как именно они вносят наибольший вклад в единство функционирования

центрального управления, периферического обеспечения и внешнего исполнения у юных спортсменов, что, в свою очередь, необходимо для оперативного управления многолетней подготовкой и качественного медико-биологического сопровождения спортивной деятельности.

Цель работы – выявить интеграцию физиологических функций организма юных спортсменов при достижении различного результата на гликолитическую нагрузку по ведущим маркерам функционального состояния и специальной работоспособности.

Методы и организация исследования. В эксперименте, охватывающем подготовительный период спортивной подготовки, приняли участие 28 спортсменов из Смоленска в возрасте 12-13 лет, занимающихся шорт-треком (I спортивный разряд и кандидаты в мастера спорта). Во время исследования юные спортсмены были проинформированы о его конечной цели, методах и этапах проведения. Участие было добровольным в соответствии с принципами Хельсинской декларации. Родители спортсменов были осведомлены обо всех этапах эксперимента, включающих велоэргометрическое и полевое тестирования, а также о медико-биологическом сопровождении процесса, после чего дали свое письменное согласие.

Организация исследования включала следующие этапы:

1. Формирование основных групп, выбор методик лабораторного/полевого (вне/на льду) тестирования с учетом специфики избранного вида спорта (ИВС).

2. Физиологическое обоснование целесообразности применения велоэргометрического анаэробного тестирования в сочетании со стандартными тестами для ИВС (шорт-трек).

3. Интерпретация оценки функционального состояния и изменения дельт их «физиологической цены» (качественный уровень тренированности).

4. Построение экспериментальных моделей оценки различного результата в показателях анаэробной выносливости в единстве функционирования трех основных блоков: центрального управления, периферического обеспечения и внешнего исполнения.

Для реализации первых двух этапов на уровне внешнего исполнения была применена количественная оценка лабораторного тестирования с помощью трех тестов на модернизированном велоэргометре «Ergomedic 894E Peak Bike» фирмы «Monark Exercise AB» (Швеция) [8]. Кратковременное анаэробное тестирование (с 7% внешним отягощением от массы тела (МТ)) состояло из 6-секундного теста с целью определения скоростно-силовых способностей атлетов. Учитывались максимальная частота движений (Fmax6, об/мин) и время ее достижения, равное 70% от максимально возможной (t70%6, с), максимальная мощность (Nmax6, Вт), относительная мощность (Not6, Вт/кг) и градиент ее прироста во время выполнения первого движения на велоэргометре (J6, Вт/с).

Промежуточное (с 5% внешним отягощением от МТ) и продолжительное (с 3% внешним отягощением от МТ) анаэробное тестирование состояло из 15- и 45-секундного тестов с целью определения параметров максимальной анаэробной мощности и гликолитической выносливости спортсменов. Регистрировались объем работы (А15, 45, Дж), максимальная (пиковая) мощность (Nmax 15, 45, Вт), относительная мощность (Not15, 45, Вт/кг), коэффициент выносливости (КВ15, 45, усл.ед.) и число оборотов колеса велоэргометра (обороты 15, 45, количество раз за время пробы).

Стандартное тестирование функциональной подготовленности шорт-трековиков вне льда [9, 10] состояло из следующих тестов:

1. Упражнение «Маятник»: количество прыжков за 10 с. Исходное положение (И.П.) – посадка конькобежца, правая нога отведена в сторону. 1 – смена ног прыжком, левая нога в стороне; 2 – смена ног прыжком, правая нога в стороне.

2. Тест «Имитационная доска»: количество шагов за 30 с.

3. Прыжок вверх с места по Абалакову.

На льду у юных шорт-трековиков оценивались следующие временные пробы: ½ круга со старта (общее время двух кругов) и тест Добровольского [11-13]. Учет велоэргометрических и стандартных тестов на основе специфики избранного вида спорта

был необходим для выявления межгрупповых различий, а также для определения ведущих маркеров анаэробной выносливости по силе и тесноте связей их корреляционного анализа.

В дальнейшем для реализации третьего и четвертого этапов эксперимента оценивались исходные параметры центрального управления и периферического обеспечения организма, а также их изменения по данным дельт «физиологической цены» после 45-секундного велоэргометрического теста как наиболее продолжительного из всех лабораторных тестов, который позволяет в наибольшей степени оценить вклад нейронального метаболизма и вегетативной регуляции.

Вначале для оценки процессов в системе периферического обеспечения организма до и после гликолитической нагрузки был применен амплитудно-частотный, спектральный и интегральный анализы вариабельности сердечного ритма (ВСР) по стандартной схеме (аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.6», программа «Иским-6», г. Рязань, Россия) [14, 15]. Использовались пульсограммы продолжительностью 5 минут. Для анализа учитывались общая мощность спектра ВСР (TP, мс^2), мощность высоко- и очень низкочастотной области спектра (HF, VLF мс^2), отражающих активность парасимпатического отдела, симпато-парасимпатического барорефлекторного контроля и центральных гипоталамических механизмов регуляции соответственно, индекс вагосимпатического равновесия (LF/HF, усл.ед.), амплитуда моды (AMo, %), индекс напряжения (SI, усл.ед.), среднеквадратичное различие между длительностью соседних R–R-интервалов (RMSSD, мс^2), параметры вариационного размаха (MxDMn, мс). Последние два из указанных показателей в большей степени отражают парасимпатическую активность в регуляции ритма сердца.

Затем для оценки процессов, происходящих в системе микрогемоциркуляции (МГЦ), применялся анализатор перфузии ЛАКК-М (НПО «Лазма» г. Москва, Россия) с записью 5-минутной ЛДФ-граммы по традиционной методике [16]. В работе учитывались следующие временные маркеры (пф. ед.): М – параметр микроциркуляции; СКО – среднее квадратическое отклонение (флакс); Мнутр – величина нутритивного кровотока. К спектральным характеристикам МГЦ относились следующие параметры амплитуд (пф. ед.): Аэ – активные эндотелий-зависимые; Ан – активные нейрогенные; Ам – активные миогенные; Ад – пассивные дыхательные; Ас – пассивные сердечные колебания.

В завершении осуществлялось нейроэнергокартирование головного мозга (НЭК) с помощью прибора «Нейро-КМ», производимого фирмой «Статокин» (г. Москва, Россия) по технологии оценки В.Ф. Фокина [17] и рекомендациям В.И. Шмырева [18]. Учитывались показатели уровня постоянных потенциалов (УПП) во фронтальном (Fz, mV), теменном (Cz, mV), затылочном (Oz, mV), правом и левом височных (Td, mV, Ts, mV) отведениях.

Статистическая обработка материала проведена с помощью пакета программы «IBM SPSS Statistics 19» для Windows (StatSoft, Inc., США). Проверка на нормальность и гомогенность распределения данных проводилась с применением критерия Шапиро-Уилка. Для количественных показателей, имеющих нормальное распределение, проводился расчет средних арифметических (M) и стандартных отклонений (σ). Для величин в нормально распределенных совокупностях рассчитывался t-критерий Стьюдента. При отсутствии нормального распределения вычисляли медиану (Me) с межквартильным диапазоном (IQR), нижний и верхний квартили (25% и 75%) (Me [Q1; Q3]), рассчитывался U-критерий Манна-Уитни.

Сила и теснота взаимосвязей оценивались по Спирмену. Для анализа полученных коэффициентов корреляции между изученными параметрами специальной работоспособности юных шорт-трековиков 12 и 13 лет применялись методы построения корреляционных плеяд на уровне «срезов» $r \geq 0{,}8$, $r \geq 0{,}7$, $r \geq 0{,}6$ и $r \geq 0{,}5$.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным количественной оценки анаэробной работоспособности (рис. 1) выявлен значительный уровень функциональных резервов у мальчиков 13-летнего возраста по результатам всех велоэргометрических

тестов в сравнении с 12-летними. Наиболее выраженные межвозрастные различия у мальчиков обнаружились в 45-секундном тесте на оценку параметров гликолитической выносливости. Так, в объеме выполненной работы юные спортсмены 13 лет были выше на 39,8% ($p<0,01$), в максимальной мощности – на 34,2% ($p<0,01$), в относительной мощности – на 24,1% ($p<0,05$), в коэффициенте выносливости – на 3,3% ($p<0,05$), в оборотах колеса велоэргометра за время теста – на 31,1% ($p<0,01$).

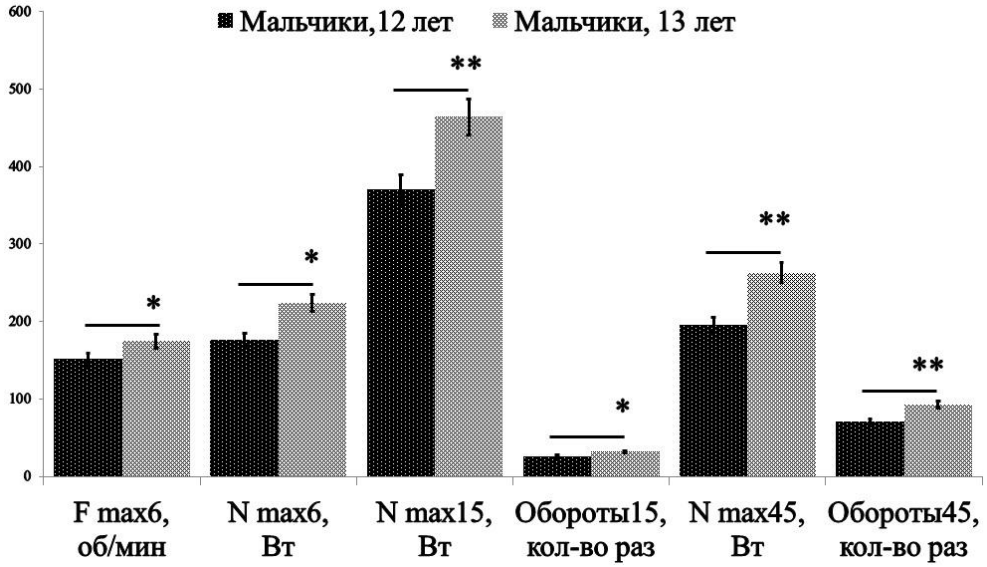


Рис. 1. Оценка показателей анаэробной работоспособности юных шорт-трековиков 12 и 13 лет в процессе эксперимента, M±σ

Примечание: * – $p<0,05$ или ** – $p<0,01$ – уровень значимости различий; Fmax6 – максимальная частота движений в 6-секундном тесте; Nmax6 – максимальная мощность работы в 6-секундном тесте; Nmax15 – максимальная мощность работы в 15-секундном тесте; Обороты15 – количество оборотов колеса велоэргометра в 15-секундном тесте; Nmax45 – максимальная мощность работы в 45-секундном тесте; Обороты45 – количество оборотов колеса велоэргометра в 45-секундном тесте.

Таблица

Оценка показателей специальной работоспособности (вне и на льду) юных шорт-трековиков 12 и 13 лет в процессе эксперимента

Группы / Тесты	Мальчики 12 лет (n=14)	Мальчики 13 лет (n=14)	%	P<
Доска, 30 с, Me [Q1; Q3]	18,6 [16,3; 20,2]	22,8 [19,5; 25,1]	22,5±0,20	0,05
Маятник, 10 с, M±σ	17,3±2,5	21,7±2,3	25,4±0,35	0,01
Абал., см., M±σ	47,3±3,2	57,5±3,6	21,5±0,51	0,05
Тест Добр., усл.ед., M±σ	88,2±3,5	105,6±4,1	19,7±1,25	0,05
½ кр. со старта, с, Me [Q1; Q3]	8,1 [6,8; 9,1]	6,9 [5,2; 7,8]	-14,8±0,55	0,05
Общ. t, 2 кр., с, Me [Q1; Q3]	26,7 [23,5; 29,1]	22,3 [19,6; 24,2]	-16,4±0,30	0,05

Примечание: Доска, 30 с – упражнение на имитационной доске за 30 секунд; Маятник, 10 с. – прыжковый тест «Маятник» за 10 секунд; Абал. – тест прыгучести Абалакова; Тест Добр. – тест Добровольского; ½ кр. со старта – тест ½ круга со старта; Общ. t, 2 кр. – общее время (в секундах) двух кругов.

Межгрупповая закономерность проявилась также и в тестах на оценку специальной работоспособности вне и на льду (табл.). В частности, в контрольно-педагогических испытаниях вне льда на имитационной доске 13-летние спортсмены превосходили 12-летних атлетов на 22,5% ($p<0,05$), в упражнении «Маятник» – на 25,4% ($p<0,01$), в пробе Абалакова – на 21,5% ($p<0,05$) и тесте Добровольского – на 19,7% ($p<0,05$).

Подобная закономерность сохранилась и при тестировании на льду: в скоростной

пробе (½ кр. со старта, с) межгрупповая разница составила 14,8%, в скоростно-силовой пробе (Общ. t, 2 кр., с) – 16,4% во всех случаях ($p<0,05$).

В дальнейшем были проанализированы корреляционные плеяды показателей специальной работоспособности с целью выявления ее ведущих маркеров у юных шорт-трековиков 12 и 13 лет для дальнейшего построения моделей обеспечения различного результата в оценке анаэробной выносливости на уровне внешнего исполнения.

Анализ данных корреляционных плеяд у юных шорт-трековиков 12 лет (рис. 2) выявил наличие прямых и обратных связей между параметрами специальной работоспособности и анаэробной выносливости (Not,45; КВ45) на уровне «срезов» $r\geq0,5$ и $r\geq0,7$. Так, к слабым зависимостям были отнесены взаимоотношения относительной мощности и коэффициента выносливости в 45-секундном тесте с пробой Добровольского (r=0,524; r=0,512); имитационной доской (r=0,519; r=0,535); общим временем прохождения двух кругов по ледовой дистанции (r=0,531; r=0,545) и коэффициентом выносливости в 15-секундном тесте (r=0,517; r=0,524). В то же время к прогностическим маркерам, лимитировавшим результат в велоэргометрической пробе (Not,45; КВ45), были отнесены следующие маркеры: тест Абалакова (r=0,711; r=0,727); упражнение «Маятник» (r=0,718; r=0,722); дистанция на льду ½ круга со старта (r=-0,742; r=-0,753); время (r=-0,728; r=-0,737) и градиент (r=0,751; r=0,762) прироста мощности в 6-секундном тесте, а также абсолютная (r=0,725; r=0,736) и относительная (r=0,734; r=0,740) мощность в 15-секундном тесте.

У юных шорт-трековиков 13 лет основные корреляции были обнаружены на уровне «срезов» $r\geq0,6$ и $r\geq0,8$. К средним по силе и тесноте зависимостям были отнесены взаимоотношения относительной мощности и коэффициента выносливости в 45-секундном тесте с тестом Абалакова (r=0,611; r=0,618); пробой «Маятник» (r=0,625; r=0,632); дистанцией на льду ½ круга со старта (r=-0,615; r=-0,620); временем (r=-0,641; r=-0,637) и градиентом (r=0,617; r=0,623) прироста мощности в 6-секундном тесте и объемом (r=0,645; r=0,641); коэффициентом выносливости (r=0,635; r=0,639) и абсолютной мощностью (r=0,628; r=0,631) в 15-секундном тесте.

В то же время к ведущим маркерам ($r\geq0,8$), определившим высокий результат в анаэробной выносливости (Not,45; КВ45), были отнесены следующие маркеры: тест Добровольского (r=0,805; r=0,810); имитационная доска (r=0,812; r=0,820); общее время двух кругов по ледовой дистанции (r=0,831; r=0,842), параметры относительной мощности (r=0,825; r=0,833) и коэффициента выносливости (r=0,830; r=0,827) в 15-секундной пробе.

Для анализа всесторонней интеграции ведущих индикаторов в блоках центрального управления и периферического обеспечения функций организма у юных шорт-трековиков 12 и 13 лет оценивались изменения в динамике 45-секундного велоэргометрического теста. Для этого вычислялась «физиологическая цена» результата (дельта двух сигм начального и конечного результата) в качестве главного системного критерия эффективности спортивной деятельности, оценку которой осуществляли по классической формуле: $\rho, \% = \sqrt{\sigma n12 + \sigma n22}$ [19], включив в нее ведущие информативные маркеры, полученные на основе данных собственного исследования, с целью изучения «нагрузочной ценности» стандартного тестирования для организма.

Установлено (рис. 3), что у юных шорт-трековиков 12 лет относительно низкие показатели анаэробной выносливости в 45-секундном тесте, что сопровождалось более выраженными дельтами их «физиологической цены» по данным интегральных маркеров НЭК, спектрального анализа вариабельности сердечного ритма и пассивных (внешних) механизмов регуляции сосудистого тонуса. Так, статистически значимые различия в сдвигах нейронального метаболизма в центральной и теменной областях составили 32,3% ($p<0,05$), суммарной мощности спектра к ее высокочастотному компоненту – 26,2% ($p<0,05$), дыхательных и пульсовых амплитуд сосудистого тонуса – 25,8% ($p<0,05$).

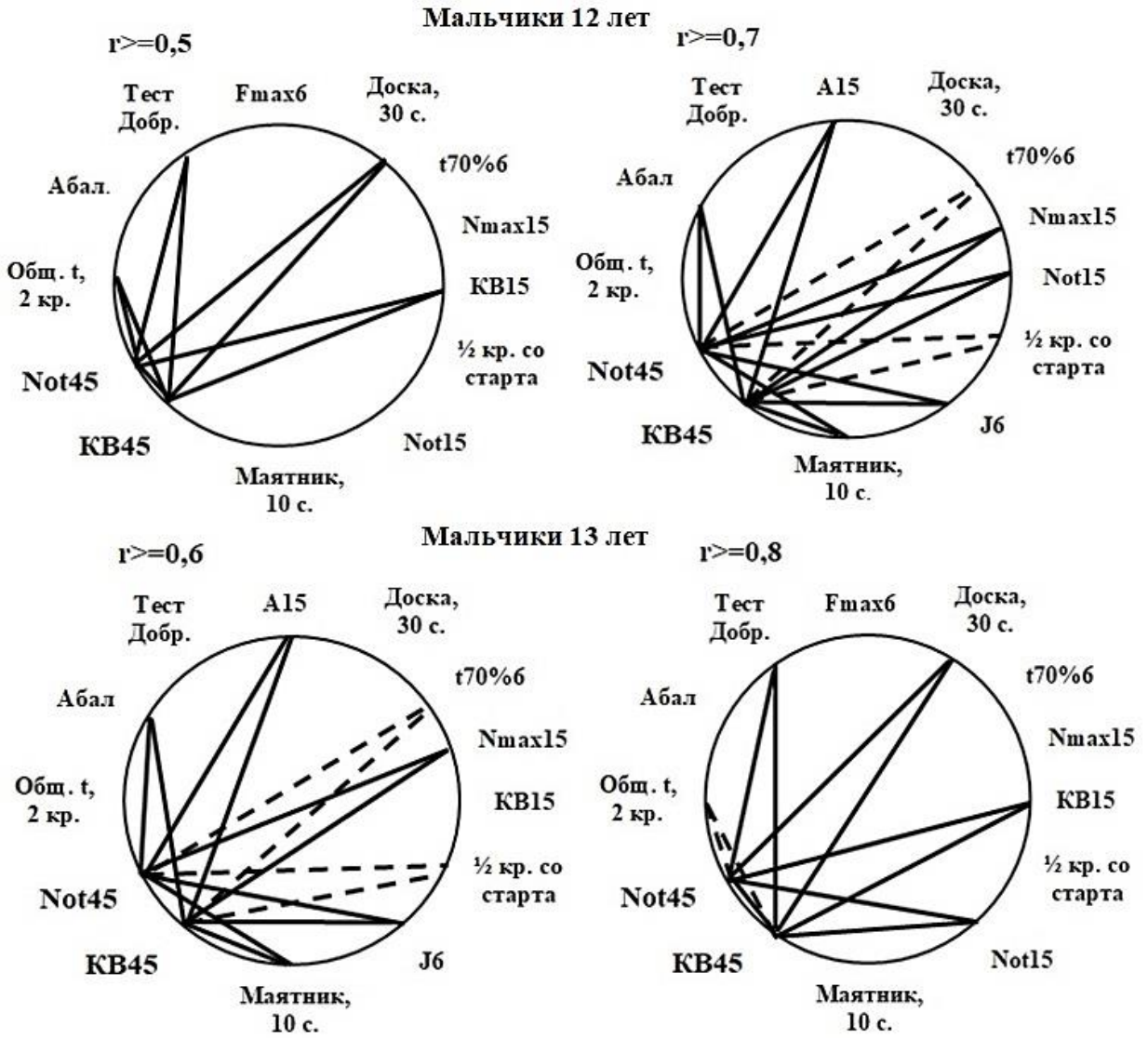


Рис. 2. Корреляционные плеяды специальной работоспособности с параметрами анаэробной выносливости (Not,45; КВ45) юных шорт-трековиков 12 и 13 лет

Примечание: —— – прямые взаимосвязи; - - - - – обратные взаимосвязи; Fmax6 – максимальная частота движений в 6-секундном тесте; J6 – градиент прироста мощности во время выполнения первого движения в 6-секундном тесте; t70%6 – время достижения максимальной частоты движений, 70% от максимально возможной в 6-секундном тесте; Nmax15 – максимальная мощность работы в 15-секундном тесте; Not15 – относительная мощность работы в 15-секундном тесте; КВ15 – параметры коэффициента выносливости в 15-секундном тесте; Not45 – относительная мощность работы в 45-секундном тесте; КВ45 – параметры коэффициента выносливости в 45-секундном тесте; Доска, 30 с – упражнение на имитационной доске за 30 с; ½ кр. со старта – тест ½ круга со старта; Маятник, 10 с. – прыжковый тест «Маятник» за 10 с; Общ. t, 2 кр. – общее время (в секундах) двух кругов; Абал. – тест прыгучести Абалакова; Тест Добр. – тест Добровольского.

У 13-летних атлетов сравнительно высокие результаты анаэробной выносливости в 45-секундном тесте сопровождались большими сдвигами в периферических маркерах НЭК, амплитудно-частотных характеристиках вариабельности сердечного ритма, временных маркерах микрогемоциркуляции, активных (внутренних) механизмах регуляции сосудистого тонуса. Так, статистически значимые различия в сдвигах нейронального метаболизма в затылочной и правой височной областях составили 33,9% ($p<0,01$), вариационного размаха и амплитуды моды – 37,5% ($p<0,01$), параметра

микроциркуляции и нутритивного кровотока – 30,2% ($p<0,05$), нейрогенных и миогенных амплитуд сосудистого тонуса – 28,3% ($p<0,05$).

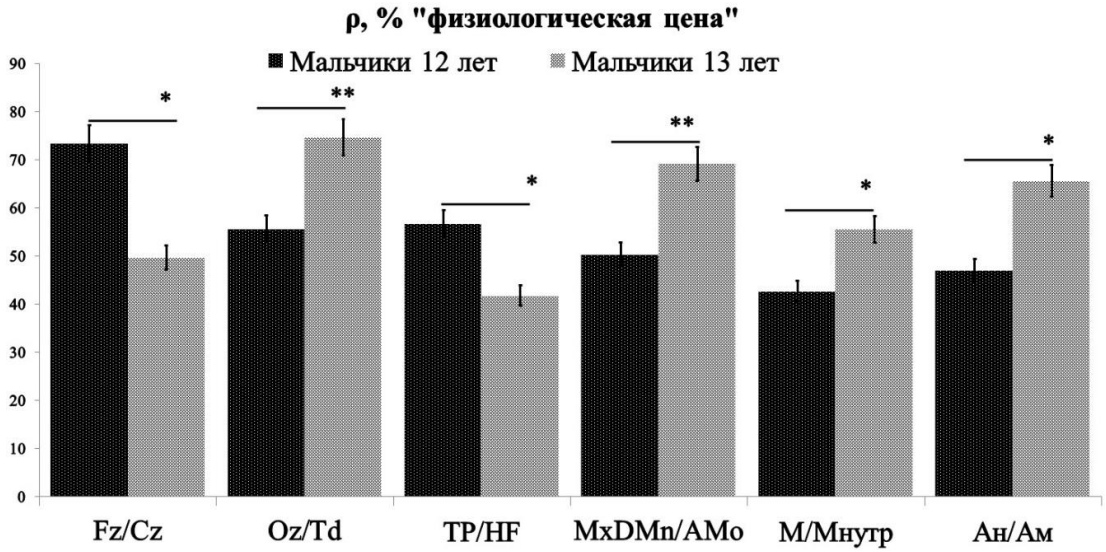


Рис. 3. Изменения «физиологической цены» (Δ, ρ, %) анаэробной 45-секундной велонагрузки у юных шорт-трековиков 12 и 13 лет

Примечание: * – $p<0,05$ или ** – $p<0,01$ – уровень значимости различий; Fz/Cz – фронтальная и теменная область коры головного мозга; Oz/Td – затылочная и правая височная область коры головного мозга; TP/HF – суммарная мощность спектра и мощность высокочастотных волн; MxDMn/AMo – вариационный размах и амплитуда моды; M/Мнутр – параметр микрогемоциркуляции и нутритивный кровоток; Ан/Ам – амплитуда нейрогенных и миогенных колебаний.

С учетом процентной разницы дельт «физиологической цены», результата в 45-секундном тесте и его ведущих маркеров, по данным корреляционного анализа были построены экспериментальные модели физиологической интеграции нервной регуляции, вегетативных и двигательных функций у юных шорт-трековиков 12 и 13 лет с целью диагностики их практической значимости для тренера.

В частности, было установлено (рис. 4), что у 12-летних шорт-трековиков низкий результат велоэргометрического тестирования в 45-секундном тесте на уровне центрального управления сопровождался включением интегральных зон (фронтальной, теменной) уровня постоянных потенциалов головного мозга. Подобная активация омега-потенциала в системе периферического обеспечения сопровождалась мобилизацией спектральных критериев кардиоинтервалограмм за счет повышения дельт индекса вагосимпатического равновесия, снижения амплитуды пассивных (внешних) механизмов регуляции сосудистого тонуса, а именно дыхательных и пульсовых флуктуаций.

Исходя из этого, на уровне внешнего исполнения для снижения физиологической стоимости стандартной нагрузки на организм 12-летних шорт-трековиков и повышения их адаптационных механизмов на уровне регуляции полевых упражнений необходима экспресс-диагностика переносимости полевых тестов фосфагенной направленности вне льда (тест Абалакова, Маятник за 10 с) и на льду (дистанция ½ круга со старта). Более того, на уровне регуляции произвольных движений в лабораторных условиях необходим учет эффективно-объемных характеристик велоэргометрии по данным 6-секундного (индикаторов времени набора максимальной частоты движений, градиента взрывной силы) и 15-секундного тестов (оценки абсолютной и относительной величин мощности и объема произведенной работы).



Рис. 4. Физиологическая интеграция нервной регуляции, вегетативных и двигательных функций у юных шорт-трековиков 12 лет при достижении низкого результата в показателях анаэробной выносливости

Примечание: знак «-» – снижение показателя/результата в тесте; знак «+» – повышение показателя/результата в тесте; ρ – «физиологическая цена»; Fz – фронтальная область коры головного мозга; Cz – теменная область коры головного мозга; VLF – мощность очень низкочастотных волн; TP – суммарная мощность спектра; LF/HF – индекс вагосимпатического равновесия; HF – мощность высокочастотных волн; SI – индекс напряжения; Ад – амплитуда дыхательных колебаний; Ас – амплитуда сердечных колебаний; Абал. – тест прыгучести Абалакова; Маятник, 10 с – прыжковый тест «Маятник» за 10 секунд; ½ кр. со старта – тест ½ круга со старта; t70%6 – время достижения максимальной частоты движений, 70% от максимально возможной в 6-секундном тесте; J6 – градиент прироста мощности во время выполнения первого движения в 6-секундном тесте; Not15 – относительная мощность работы в 15-секундном тесте; A15 – объем работы в 15-секундном тесте; Nmax15 – максимальная мощность работы в 15-секундном тесте.

У 13-летних шорт-трековиков (рис. 5) высокий результат велоэргометрического тестирования в 45-секундном тесте на уровне центрального управления сопровождался включением периферических зон (затылочной, правой и левой височной) нейронального метаболизма.

Подобная активация в системе периферического обеспечения сопровождалась мобилизацией амплитудно-частотных критериев кардиоинтервалограмм за счет активации дельт временных маркеров микрогемоциркуляции и снижения амплитуды активных механизмов регуляции сосудистого тонуса, эндотелий-зависимых, миогенных и нейрогенных флуктуаций без включения дополнительных внешних воздействий.

На уровне внешнего исполнения для системного снижения физиологической стоимости стандартной нагрузки на организм 13-летних шорт-трековиков и мобилизации их адаптационных резервов на уровне регуляции упражнений специальной работоспособности целесообразным является экспресс-диагностика переносимости полевых тестов гликолитической (более длительной) направленности. К подобным пробам вне льда относятся тест Добровольского и имитационная доска, 30 с, а на льду – учет общего времени 2 кругов по 8 шагов. На уровне регуляции произвольных движений в лабораторных условиях необходим учет емкостно-эффективных характеристик велоэргометрии по данным 15- и 45-секундных тестов с учетом индикаторов коэффициента выносливости и относительной мощности.

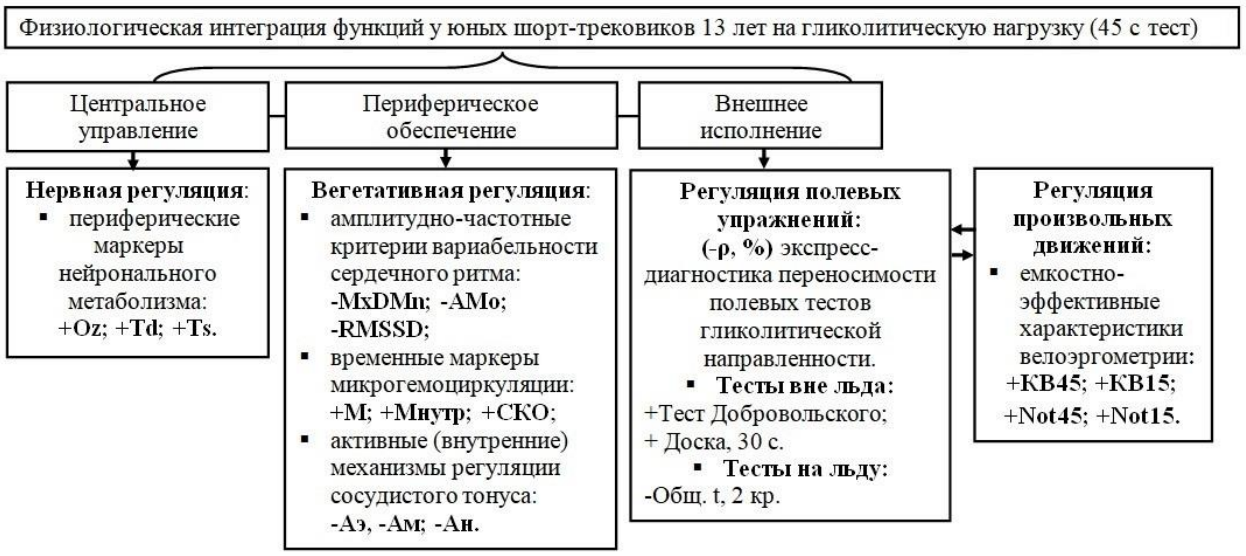


Рис. 5. Физиологическая интеграция нервной регуляции, вегетативных и двигательных функций у юных шорт-трековиков 13 лет при достижении высокого результата в анаэробной выносливости

Примечание: знак «-» – снижение показателя/результата в тесте; знак «+» – повышение показателя/результата в тесте; ρ – «физиологическая цена»; Oz – затылочная область коры головного мозга; Td – правая височная область коры головного мозга; Ts – левая височная область коры головного мозга; MxDMn – вариационный размах; AMo – амплитуда моды; RMSSD – среднеквадратичное различие между длительностью соседних R–R-интервалов; М – параметр микрогемоциркуляции; Мнутр – нутритивный кровоток; СКО – среднеквадратическое отклонение; Аэ – амплитуда эндотелий зависимых колебаний; Ан – амплитуда нейрогенных колебаний; Ам – амплитуда миогенных колебаний; Тест Добр. – тест Добровольского; Доска, 30 с – упражнение на имитационной доске за 30 секунд; Общ. t, 2 кр. – общее время (в секундах) двух кругов; КВ45 – параметры коэффициента выносливости в 45-секундном тесте; КВ15 – параметры коэффициента выносливости в 15-секундном тесте; Not45 – относительная мощность работы в 45-секундном тесте; Not15 – относительная мощность работы в 15-секундном тесте.

Заключение. Анализ первых трех этапов проведенного исследования показал, что традиционные технические подходы к интерпретации коэффициентов корреляции [20, 21] с точки зрения физиологии спорта должны применяться с обязательным условием объективизации их системного обоснования в единстве качественной оценки регуляторно-адаптивного статуса организма (с помощью расчета «физиологической цены») и количественного измерения достигнутого уровня избранной нагрузки.

Обнаруженные закономерности по данным четвертого этапа эксперимента привели к выводу, что физиологическая интеграция функций организма юных спортсменов при достижении различного результата в показателях анаэробной выносливости представляет собой сложную многопараметрическую задачу, требующую системного подхода к решению. По данным системного анализа, количественная оценка результата существенно варьировала и обеспечивалась совершенно иной физиологической интеграцией функций в «блоках» индикаторов функционального обеспечения деятельности и ее регуляции, что привело к формированию дифференциации на основе учета возрастных особенностей юных спортсменов.

Полученные данные способствовали организации интегративной экспресс-диагностики оценки функционального состояния в зависимости от возраста атлетов с помощью ведущих маркеров обеспечения спортивного результата в сочетании с изменениями нервной регуляции, вегетативных и двигательных реакций в процессе тестирования анаэробной выносливости. Обнаруженные закономерности открывают

перспективы к индивидуализации режима тренировок в сторону как повышения, так и снижения их объема при условии выявления достоверности различий в избранных прогностических показателях оценки текущего состояния организма, прогнозирования «физиологической цены» гликолитической нагрузки, что подчеркивает фундаментальную значимость проведенного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Взаимосвязи между показателями крови как важный фактор эффективности тренировочного процесса спортсменов по шорт-треку / А.И. Нехвядович, А.Н. Будко, Е.А. Мороз, Г.Ю. Никулина // Прикладная спортивная наука. – 2019. – № 1(9). – С. 39-47.
2. Эффекты применения периферической магнитной стимуляции мышц торса спортсменов в период интенсивных тренировочных нагрузок / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Ю.В. Кушнарева [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_28.
3. Нопин, С.В. Функциональные резервы адаптации двигательной системы спортсменов с позиций физиолого-биомеханического подхода / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина // Журнал медико-биологических исследований. – 2024. – Т. 12. – № 2. – С. 191-200. DOI: 10.37482/2687-1491-Z190.
4. Будко, А.Н. Сравнительный анализ изменений индивидуальных биохимических показателей у мужчин в шорт-треке в годичном цикле подготовки / А.Н. Будко, Н.В. Шераш, С.О. Гаврилова // Прикладная спортивная наука. – 2020. – № 2(12). – С. 33-43.
5. Комплексная диагностика парафункций жевательных и шейных мышц у шорт-трековиков / Ю.О. Новиков, Л.П. Герасимова, С.А. Елистратов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2024. – Т. 24. – № 3. – С. 171-177. DOI: 10.14529/hsm240320.
6. Хакимуллина, Д.Р. Модельные антропометрические характеристики участников зимних Олимпийских игр (2010 и 2014 г.) / Д.Р. Хакимуллина, Г.С. Кашеваров, И.И. Ахметов // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2016. – № 2. – С. 85-91.
7. Крылова, Т.И. Морфофункциональная характеристика высококвалифицированных шорт-трековиков / Т.И. Крылова // Омский научный вестник. – 2014. – № 2(126). – С. 187-189.
8. Показатели вариабельности сердечного ритма у профессиональных футболистов при различных режимах анаэробного тестирования в динамике подготовительного периода / П.А. Терехов, Т.М. Брук, Е.А. Киндюхин, О.С. Глазачев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2024. – Т. 14. – № 2. – С. 5-15. DOI: 10.47529/2223-2524.2024.2.7.
9. Воскресенский, М.В. Общие закономерности тактики бега на дистанции 1000 метров сильнейших спортсменов мирового шорт-трека / М.В. Воскресенский, А.М. Воскресенский, П.А. Терехов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 11(165). – С. 53-56.
10.Морозова, Е.А. Анализ динамики скоростных показателей российских конькобежцев на дистанции 500 м в зависимости от возраста и квалификации / Е.А. Морозова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т.12. – № 2. – С. 38-48.
11.Шевченко, Е.И. Дифференциация нагрузок шорт-трекеров высокой квалификации при тренировке скоростной выносливости / Е.И. Шевченко, И.В. Мартыненко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 1(203). – С. 476-481.
12.Добровольский, О.Б. Тестирование физической готовности конькобежцев / О.Б. Добровольский // Конькобежный спорт: ежегодник. – М.: Изд-во «Физическая культура и спорт». – 1977. – № 1. – С. 50-51.
13.Чернов, И.П. Методика определения и оценки основных индивидуальных параметров тренировочных программ и тренировочных занятий в конькобежном спорте / И.П. Чернов // Конькобеж. спорт: ежегодник. – М.: Изд-во «Физическая культура и спорт», 1985. – С. 35-40.
14.Котов-Смоленский, А.М. Изменчивость показателей функционального состояния центральной нервной системы при занятиях иммерсивной двигательной тренировкой / А.М. Котов-Смоленский, Е.Ю. Федорова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8.
15.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.
16.Андреева, И.В. Комплексное изучение возрастных особенностей центральной, периферической гемодинамики и микроциркуляции у лиц без сердечно-сосудистых заболеваний / И.В. Андреева, А.С. Григорьев // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_2.
17.Сопряженность показателей энергетического обмена и уровня гормона стресса кортизола с когнитивными характеристиками больных дисциркуляторной энцефалопатией / В.Ф. Фокин, А.А. Шабалина, Н.В. Пономарева [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2018. – Т. 12. – № 4. – С. 47-51.
18.Шмырев, В.И. Нейроэнергокартирование (НЭК) – высокоинформативный метод оценки функционального состояния мозга: методические рекомендации / В.И. Шмырев, Н.К. Витько. – М.: Изд-во «Медицина», 2010. – 21 с.
19.Классина, С.Я. Влияние произвольного гиповентиляционного дыхания на физическую работоспособность и «удельную физиологическую цену» у спортсменов с различным уровнем тренированности / С.Я. Классина, Н.А. Фудин // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26. – № 3. – С. 81-84. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16430.
20.Сажина, О.А. Взаимосвязь показателей вариабельности сердечного ритма и параметров нейромоторики юных велосипедистов / О.А. Сажина, А.В. Шаханова, М.Н. Силантьев // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 12. – С. 16-18.
21.Баврина, А.П. Современные правила применения корреляционного анализа / А.П. Баврина, И.Б. Борисов // Медицинский альманах. – 2021. – № 3(68). – С. 70-79.

REFERENCES

1. Nekhvyadovich A.I., Budko A.N., Moroz E.A., Nikulina G.Yu. Interrelations between blood parameters as an important factor in the effectiveness of the training process of short track athletes. *Applied Sports Science*, 2019, no. 1(9), pp. 39-47. (in Russ.)
2. Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Kushnareva Yu.V., Nopin S.V., Mitin I.N. Peripheral magnetic stimulation of the torso muscles of athletes during intense training activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_28. (in Russ.)
3. Nopin S.V., Koryagina Yu.V. Functional Reserves of Motor System Adaptation in Athletes from the Standpoint of the Physiological and Biomechanical Approach. *Journal of Medical and Biological Research*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 191-200. DOI: 10.37482/2687-1491-Z190. (in Russ.)
4. Budko A.N., Sherash N.V., Gavrilova S.O. Comparative analysis of changes in individual biochemical parameters in men in short track in the annual training cycle. *Applied Sports Science*, 2020, no. 2(12), pp. 33-43. (in Russ.)
5. Novikov Yu.O., Gerasimova L.P., Elistratov S.A. et al. Complex diagnostics of parafunctions of masticatory muscles in short-track athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2024, vol. 24, no. 3, pp. 171-177. DOI: 10.14529/hsm240320. (in Russ.)
6. Khakimullina D.R., Kashevarov G.S., Ahmetov I.I. Model anthropometric characteristics of participants of the winter Olympic games (years 2010 and 2014). *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2016, no. 2, pp. 85-91. (in Russ.)
7. Krylova T.I. Morphofunctional characteristics of highly skilled short track athletes. O*msk Scientific Bulletin*, 2014, no. 2(126), pp. 187-189. (in Russ.)
8. Terehov P.A., Bruk T.M., Kindjuhin E.A., Glazachev O.S. Heart rate variability indices in professional football players under various anaerobic testing modes in dinamics of the preparatory period. *Sports medicine: research and practice*, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 5-15. DOI: 10.47529/2223-2524.2024.2.7. (in Russ.)
9. Voskresenskij M.V., Voskresenskij A.M., Terehov P.A. General regularities of running tactics for 1000 meters distance of highly qualified athletes of the world short track. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2018, no. 11(165), pp. 53-56. (in Russ.)
10. Morozova E.A. The dynamics of speed indices analysis among Russian ice-skaters at 500 meters distance depending on age and qualification. *Russian Journal of Physical Education and Sport*, 2017, vol. 12, no. 2, pp. 38-48. (in Russ.)
11. Shevchenko E.I., Martynenko I.V. Differentiation of loads of highly qualified short trackers during speed endurance training. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2022, no. 1(203), pp. 476-481. (in Russ.)
12. Dobrovol'skij O.B. Testing the physical fitness of speed skaters. Speed-skating. sport: yearbook. Moscow: Fizkultura i sport, 1977, no. 1, pp. 50-51. (in Russ.)
13. Chernov I.P. Methodology for determining and evaluating the main individual parameters of training programs and training sessions in speed skating. Speed-skating: yearbook. Moscow: Fizkultura i sport, 1985, pp 35-40. (in Russ.)
14. Kotov-Smolenskij A.M., Fedorova E.Yu. Variability of indices of the functional state

of the central nervous system during immersive motor training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30). DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_04_8. (in Russ.)
15. 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. (in Russ.)
16. Andreeva I.V., Grigor'ev A.S. Complex study of age features of central, peripheral hemodynamics and microcirculation in people without cardiovascular diseases. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_2. (in Russ.)
17. Fokin V.F., Shabalina A.A., Ponomareva N.V., Medvedev R.B., Lagoda O.V., Tanashjan M.M. Association of parameters of energy metabolism and levels of stress hormone cortisol with cognitive characteristics of patients with vascular encephalopathy. *Annals of clinical and experimental neurology*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 47-51. (in Russ.)
18. Shmyrev V.I., Vit'ko N.K. Neuroenergy mapping (NEM) – a highly informative method for assessing the functional state of the brain: methodological guidelines. Moscow: Meditsina, 2010. 21 p. (in Russ.)
19. Klassina S.Ya., Fudin N.A. Influence of the arbitrary hypoventilation breathe on the physical efficiency and on "physiological price per unit of a time" in athletes with different training levels. *Journal of New Medical Technologies*, 2019. vol. 26, no. 3, pp. 81-84. (in Russ.)
20. Sazhina O.A., Shakhanova A.V., Silant'ev M.N. Relationship between heart rate variability and neuromotor parameters of young cyclists. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no. 12, pp. 16-18. (in Russ.)
21. Bavrina A.P., Borisov I.B. Modern rules of the application of correlation analysis. *Medical almanac*, 2021, no. 3(68), pp. 70-79. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Михайловна Брук – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологических дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», Смоленск, e-mail: bryktmcenter@rambler.ru.
Павел Александрович Терехов – доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры биологических дисциплин Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», Смоленск, e-mail: terechov_86@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana M. Bruk – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: bryktmcenter@rambler.ru.
Pavel A. Terekhov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, e-mail: terechov_86@mail.ru.

Для цитирования: Брук, Т.М. Интеграция физиологических функций организма юных спортсменов шорт-трековиков при достижении различного результата в показателях анаэробной выносливости / Т.М. Брук, П.А. Терехов // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_1

For citation: Bruk T.M., Terekhov P.A. Integration of physiological functions of the body of young short-track athletes when achieving various results in anaerobic endurance indicators. Modern Issues of Biomedicine, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_1

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_2
УДК 612.891 + 796.966

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_2
UDC 612.891 + 796.966

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХОККЕИСТОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОМАНДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СПОРТИВНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

Е.В. Быков, И.Ф. Харина, Е.Г. Сидоркина, С.С. Жаворонков, В.В. Сверчков
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет физической культуры», г. Челябинск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** «Цена» адаптации к нагрузкам у хоккеистов-студентов определяется сочетанным влиянием физических и умственных нагрузок. Ввиду этого, с учетом актуальности изучения динамики психофизиологических показателей хоккеистов различного амплуа в зависимости от уровня результативности спортсмена в соревновательном периоде была определена цель данного исследования. ***Методы.*** Уровень результативности хоккеистов устанавливался комплексом показателей, включавших оценку технико-тактической, специальной физической и общей физической подготовленности, а также игровую статистику. Диагностика психофизиологического статуса включала результаты тестов простой зрительно-моторной реакции, реакции на движущийся объект, оценки внимания, реакции выбора, помехоустойчивости, критической частоты световых мельканий. ***Результаты.*** На основе оценки уровня результативности определены три подгруппы спортсменов: низко-, средне- и высокорезультативные хоккеисты линии защиты и нападения, выявлен преимущественно средний уровень психофизиологического состояния у хоккеистов студенческой команды. ***Заключение.*** Высокорезультативные хоккеисты вызывались в сборную региона и в сборную лиги, проводя до 10 дополнительных матчей, что способствовало развитию утомления и формированию напряжения адаптационных механизмов.

Ключевые слова: студенческая хоккейная лига, адаптация, психофизиологические показатели, спортивная результативность.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF STUDENT HOCKEY PLAYERS WITH DIFFERENT LEVELS OF SPORTS PERFORMANCE

E.V. Bykov, I.F. Kharina, E.G. Sidorkina, S.S. Zhavoronkov, V.V. Sverchkov
Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The “cost” of adaptation to loads in student hockey players is determined by the combined effect of physical and mental activity. In this regard, taking into account the research of the changes in psychophysiological indicators of student hockey players of various roles depending on the level of an athlete’s performance in the competitive period, we have identified the objective of this study. ***Methods.*** The level of hockey players’ performance was determined by a set of indicators, including an assessment of technical and tactical, special physical and general physical fitness and game statistics. Psychophysiological status diagnostics included the results of tests of simple visual-motor reaction, reaction to a moving object, assessment of attention, choice reaction, interference immunity, critical frequency of light flickering. ***Results.*** Based on the assessment of the performance level, three subgroups of athletes were identified: low-, medium- and high-performance hockey players of the defense and attack line, and a predominantly average level of psychophysiological state was identified in student hockey players. ***Conclusion***. High-performance hockey players were called up to the regional team and the league team, playing up to 10 additional matches, which contributed to the development of fatigue and the formation of stress in adaptation mechanisms.

Keywords: student hockey league, adaptation, psychophysiological indicators, sports performance.

Введение. Под эффективностью (успешностью) соревновательной деятельности понимается максимально возможный результат, который может быть достигнут и удерживаем спортсменом индивидуально и/или в составе команды на разных этапах многолетней подготовки [1, 2]. В других видах спорта, равно как и в хоккее, вопрос о необходимости разработки «качественной системы анализа», оценки динамики технико-тактического мастерства [3-5] и психофункционального состояния [6] спортсменов актуален как для разных этапов тренировочно-соревновательного цикла, так и для периода многолетней подготовки. В исследованиях представлены

психофизиологические типологические особенности квалифицированных хоккеистов [7, 8] и арбитров [9], модельные характеристики [10] и изменения нервно-мышечного статуса в течение сезона у профессиональных хоккеистов в зависимости от игрового амплуа [11], результаты мониторинга состава тела [12, 13] – все это рассматривается с точки зрения прогноза эффективности соревновательной деятельности хоккеистов.

При таком высоком интересе к исследованию эффективности соревновательной деятельности хоккеистов, которая «… зависит от многих составляющих построения процесса подготовки» [14], возникает необходимость научно-обоснованного сопровождения студенческих хоккейных команд [13] с учетом взаимосвязи параметров физической, технико-тактической и функциональной подготовленности [15] и особенностей адаптации к воздействию сочетанных умственных (обучение в вузе) и физических нагрузок. Контроль качества сенсомоторной интеграции (по показателям скорости и точности различных видов зрительно-моторных реакций) хоккеистов-студентов выступает как важный показатель мониторинга функционального состояния в различные периоды подготовки на фоне повышения психофизиологической «цены» адаптации [16]. В то же время необходимо констатировать определенную скудность информации о взаимосвязи психофизиологического статуса и соревновательной результативности хоккеистов студенческих команд, интенсивность соревновательного процесса которых сопоставима с профессиональными российскими лигами (Московская, Высшая и Континентальная Хоккейные Лиги), а учебно-тренировочный процесс реализуется в вечернее время, что становится триггером утомления [15].

Цель исследования: изучить динамику психофизиологических показателей студентов-хоккеистов линии защиты и нападения в соревновательном периоде в зависимости от уровня результативности спортсмена.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на базе Научно-исследовательского института олимпийского спорта и научно-исследовательской лаборатории кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры (УралГУФК). В исследовании приняли участие спортсмены команды УралГУФК по хоккею, n=30 (15 нападающих и 15 защитников), средний возраст составил 20,25±0,35 лет. Для комплексной оценки уровня результативности спортсмена анализу были подвергнуты следующие показатели:

1) технико-тактическая подготовленность (передвижение на коньках, броски, передачи, дриблинг и обводки, отбор шайбы, выбор позиции, игровая дисциплина, блокировка броска соперника);

2) специальная физическая подготовленность (бег на коньках 30 м лицом вперед, бег на коньках 30 м спиной вперед, бег на коньках слаломный без шайбы, челночный бег на коньках 5х54 м);

3) общая физическая подготовленность (бег 30 м, челночный бег – 4х9 м, сгибание/разгибание рук в упоре лежа, сгибание/разгибание рук в висе на высокой перекладине, прыжок в длину с места, сгибание/разгибание туловища из положения лежа, присед со штангой);

4) игровая статистика (голы/среднее за игру, очки/среднее за игру).

Диагностика психофизиологического статуса хоккеистов осуществлялась в сезоне 2024-2025 гг. (соревновательный период – февраль-март 2025 г.), проводилась на аппаратно-программном комплексе «НС-ПсихоТест» (ООО «Нейрософт») [17]. Из протоколов исследования для анализа использованы результаты тестов простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), реакции на движущийся объект (РДО), оценки внимания, реакции выбора, помехоустойчивости, критической частоты световых мельканий (КЧСМ).

Статистическая обработка. Результаты исследования (Me [Q1; Q3]) обработаны на персональном компьютере с использованием электронных таблиц программы Microsoft Excel пакета Microsoft Office (2017) и SPSS Statistica (IBM, США). Проверка на нормальность распределения проводилась по критерию Шапиро-Уилка. Для сравнения внутригрупповых результатов применялся критерий Вилкоксона, для сравнения

результатов между группами – критерий Манна-Уитни и критерий Краскела-Уоллиса. Достоверность различий принималась при уровне $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Первоначально по технико-тактической, специально-физической и общей физической подготовленности, а также по игровой статистике на основе перцентильного метода (Me [Q1; Q3]) сформировали шесть групп спортсменов (по три в каждом игровом амплуа – нападающие и защитники): высоко-, средне- и низкорезультативные.

На данном этапе нами проанализирован психофизиологический статус хоккеистов студенческой команды с учетом игрового амплуа и уровня соревновательной результативности. Сравнение результатов представлено на рисунках 1-6.

В результате оценки ПЗМР (рис. 1), направленной на оценку текущего функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) и «… контроль эффективности деятельности в условиях дефицита времени» [16], по показателю «общее число ошибок» наименьший результат зафиксирован у низкорезультативных хоккеистов линии защиты, а наибольший – у среднерезультативных хоккеистов линии нападения. Среднее время реакции у всех игроков в пределах возрастной нормы; наименьшее среднее значение времени реакции (высокая скорость сенсомоторной реакции) установлено у высокорезультативных хоккеистов линии нападения, тогда как наибольшее значение (низкая скорость сенсомоторной реакции) – у среднерезультативных хоккеистов линии защиты. У высокорезультативных хоккеистов линии нападения, низко- и среднерезультативных хоккеистов линии защиты выявленнизкий уровень по критериям: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ) [17], средний уровень по этим же критериям зафиксирован у остальных участников исследования.

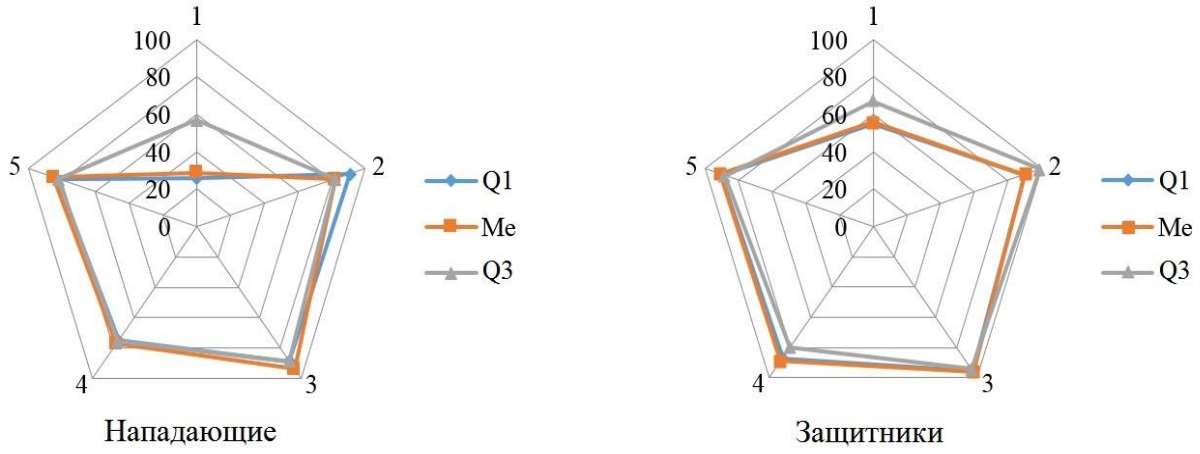


Рис. 1. Сравнение результатов по показателю «Простая зрительно-моторная реакция» у хоккеистов линии нападения и защиты

Примечание: 1 – общее число ошибок; 2 – среднее значение времени реакции, 3 – функциональный уровень системы; 4 – устойчивость реакции; 5 – уровень функциональных возможностей.

Оценивая уравновешенность нервных процессов (тест РДО, рис. 2), а именно сбалансированность процессов торможения и возбуждения, мы диагностировали их неуравновешенность с преобладанием процессов торможения у хоккеистов линии нападения (низко- и среднерезультативных) и линии защиты (средне- и высокорезультативных); уравновешенность нервных процессов установлена у высокорезультативных хоккеистов линии нападения и низкорезультативных хоккеистов линии защиты. Полученные результаты согласуются с ранее представленными модельными характеристиками спортсменов игровых видов спорта с учетом их игрового амплуа, определена необходимость комплексного изучения взаимосвязей параметров

физической, технико-тактической и функциональной подготовленности у хоккеистов студенческой хоккейной лиги [18, 19].

В тесте «Реакция выбора» (рис. 3) вариант сложной сенсомоторной реакции позволяет диагностировать индивидуальную подвижность нервных процессов. Все хоккеисты имели результат в пределах возрастной нормы, однако наибольшее количество ошибок (преждевременных и ложных реакций) зафиксировано у высокорезультативных хоккеистов линии защиты. Незначительное снижение времени реакции в ответ на красный сигнал раздражителя демонстрируют все хоккеисты.

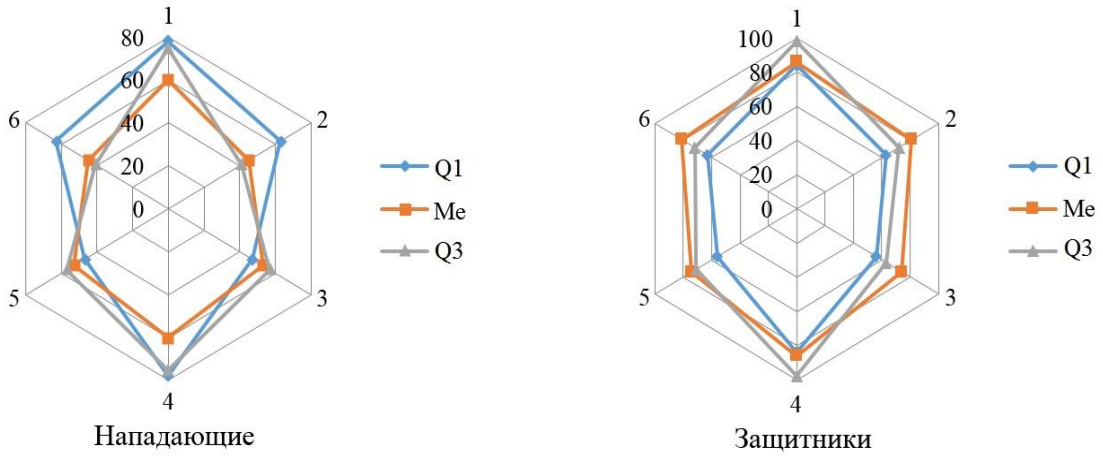


Рис. 2. Сравнение результатов по показателю «Реакция на движущийся объект» у хоккеистов линии нападения и защиты

Примечание: 1 – число точных реакций; 2 – число опережений; 3 – число запаздываний; 4 – процент точных реакций (%); 5 – процент запаздываний (%); 6 – процент опережений (%).

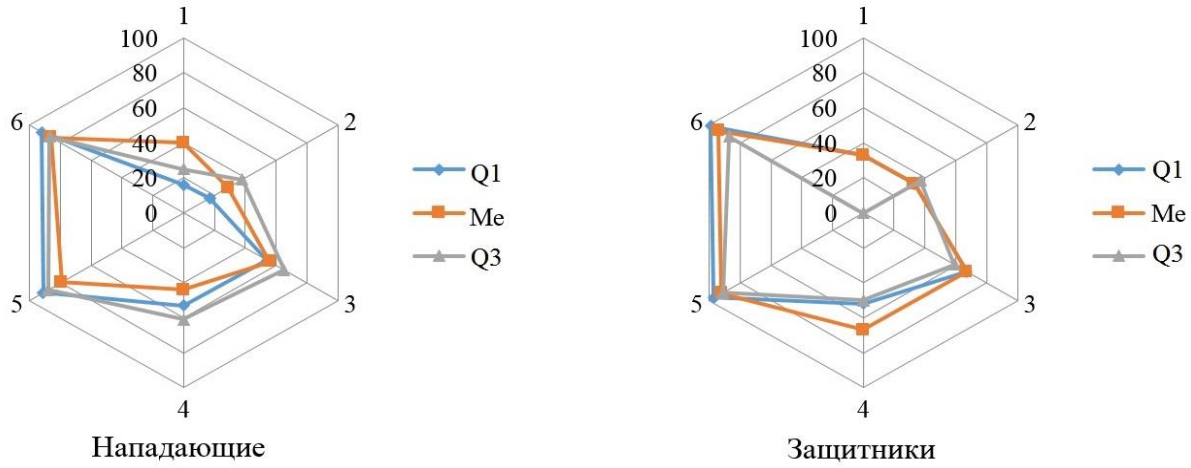


Рис. 3. Сравнение результатов по методике «Реакция выбора» у хоккеистов линии нападения и защиты

Примечание: 1 – число пропусков; 2 – число преждевременных реакций; 3 – число ложных реакций; 4 – общее число ошибок; 5 – время реакции (красная), мс; 6 – время реакции (зеленая), мс.

Тест КЧСМ используется в качестве критерия утомления коркового отдела зрительного анализатора (рис. 4), у всех хоккеистов подвижность нервных процессов находится в пределах возрастной нормы. Наименьшие абсолютные значения по показателям «средняя частота» и «средняя частота при возрастании» зафиксированы у низкорезультативных хоккеистов линии защиты, высокие значения по перечисленным показателям – у низкорезультативных хоккеистов линии нападения. Максимальная «Средняя частота при убывании» установлена у высокорезультативных нападающих, а минимальная – у среднерезультативных защитников.

В результате анализа оценки внимания установлена высокая устойчивость внимания у линии нападения (среднерезультативные), уровень концентрации внимания у всех участников исследования – средний (рис. 5). Аналогичные результаты зафиксированы по показателям устойчивости и концентрации внимания в методике «Помехоустойчивость» (рис. 6), наибольшее число ошибок опережения демонстрируют высокорезультативные защитники, а наименьшее – среднерезультативные нападающие; высокая концентрация возбуждения отмечена у низкорезультативных нападающих, а низкая – у среднерезультативных защитников.

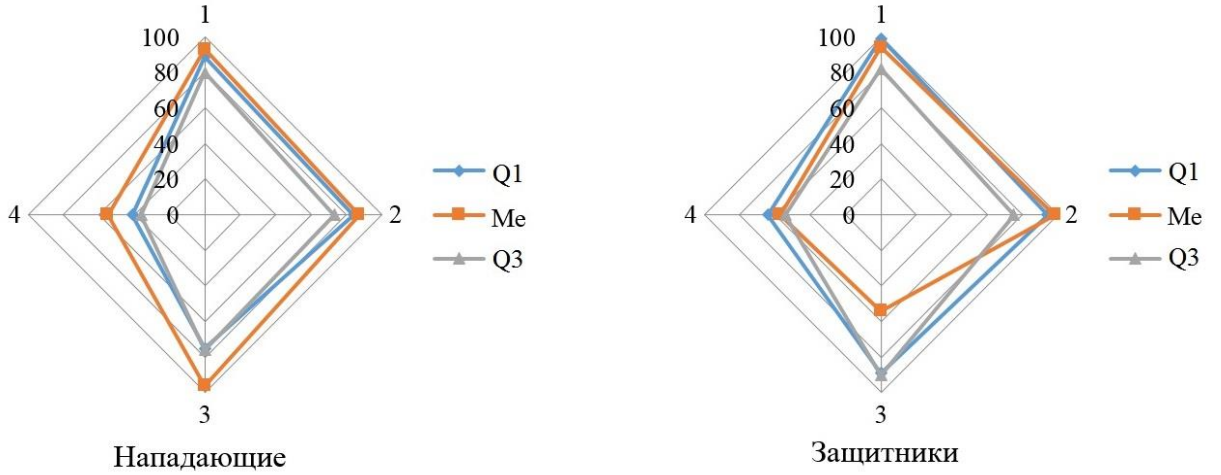


Рис. 4. Сравнение результатов по методике «Критическая частота световых мельканий»
Примечание: 1 – средняя частота; 2 – средняя частота при возрастании; 3 – средняя частота при убывании; 4 – Гц.

При сравнении показателей (U-критерий Манна-Уитни) достоверные различия были установлены по показателю «Реакция выбора» между высоко- и низкорезультативными хоккеистами линии нападения на предъявление сигналов зеленого ($p=0,025$) и красного цвета ($p=0,014$), между высоко- и среднерезультативными (критерий Краскела-Уоллиса) на предъявление сигнала красного цвета ($p=0,041$). По остальным показателям достоверных различий зарегистрировано не было.

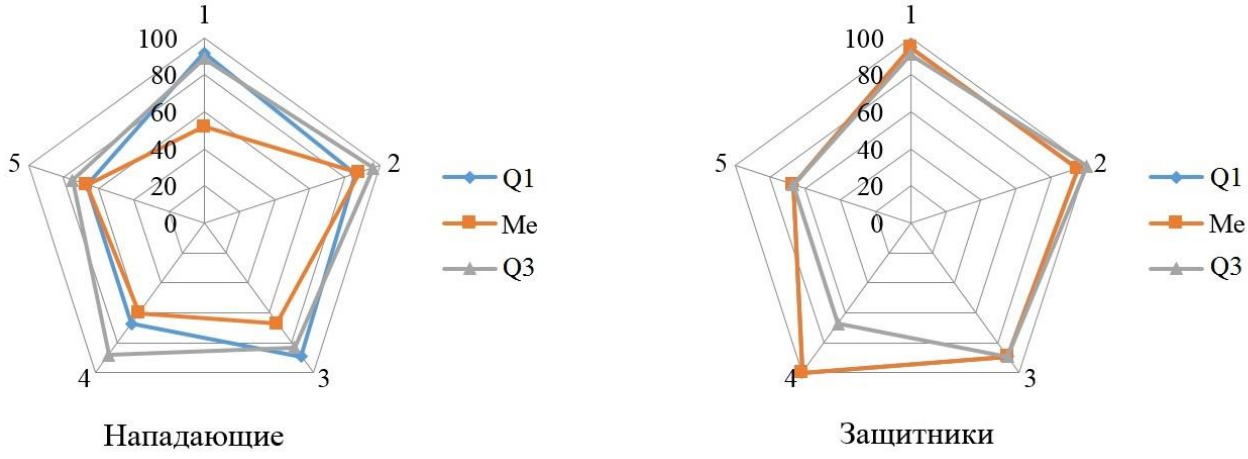


Рис. 5. Сравнение результатов по методике «Оценка внимания» у хоккеистов линии нападения и защиты
Примечание: 1 – устойчивость внимания; 2 – концентрация внимания; 3 – устойчивость внимания в баллах от 1 до 3 (1 – низкая, 3 – высокая); 4 – концентрация внимания в баллах от 1 до 3 (1 – низкая, 3 – высокая); 5 – невнимательность в баллах от 1 до 3 (1 – низкая, 3 – высокая).

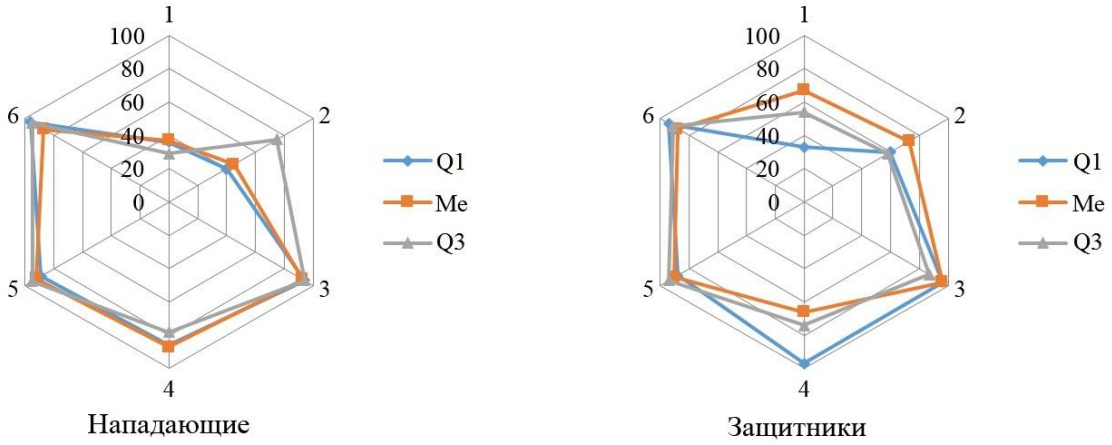


Рис. 6. Сравнение результатов по методике «Помехоустойчивость» у хоккеистов линии нападения и защиты

Примечание: 1 – число ошибок опережения; 2 – число ошибок запаздывания; 3 – коэффициент точности Уиппла; 4 – концентрация возбуждения (%); 5 – устойчивость внимания; 6 – концентрация внимания.

Заключение. Резюмируя полученные результаты, необходимо подчеркнуть актуальность разработки системы управления подготовкой хоккеистов студенческой команды для поддержания высокого уровня спортивной формы в течение сезона на основе оптимального распределения на протяжении учебного года тренировочных нагрузок и восстановительных мероприятий, встроенных в образовательный процесс хоккеистов-студентов.

Проведенное исследование подтверждает вероятность увеличения психофизиологической «цены» адаптации хоккеистов студенческой команды «…на фоне недостаточно полного восстановления организма» [16], и необходимость оценки «…функционального состояния высших отделов ЦНС для понимания процесса развития утомления и поиска механизмов компенсации» [20]. Спортсмены студенческой хоккейной лиги, сочетанные нагрузки (учебно-тренировочный и соревновательной процесс) которых сопоставимы с профессиональным спортом, находятся в условиях напряжения адаптационных процессов и возможного исчерпания резервов организма. Полученные результаты отражают необходимость регулярного контроля психофизиологических показателей хоккеистов.

Нами на основе оценки уровня результативности определены три подгруппы спортсменов: низко-, средне- и высокорезультативные хоккеисты линии защиты и нападения. Комплексная диагностика психофизиологического статуса на основе сенсомоторных реакций и с использованием модели психофизиологических характеристик спортсменов игровых видов спорта позволила выявить у хоккеистов студенческой команды преимущественно средний уровень психофизиологического состояния, высокий уровень зафиксирован у 16,7%, низкий – у 20% спортсменов.

В целом, опираясь на разработанные нами модельные психофизиологические характеристики квалифицированных спортсменов игровых видов спорта с учетом амплуа [18], можно констатировать, что во втором соревновательном мезоцикле хоккеисты студенческой команды демонстрируют преимущественно средний уровень психофизиологического состояния. Следует отдельно отметить следующее: в сезоне 2024-2025 гг. хоккейная команда УралГУФК провела 58 официальных матчей, а ее высокорезультативные хоккеисты вызывались в сборную региона и в сборную лиги, проводя до 10 дополнительных матчей, что, по нашему мнению, способствовало развитию утомления и формированию напряжения адаптационных механизмов. Дальнейший этап исследования будет направлен на разработку системы управления подготовкой хоккеистов студенческой команды на основе учета психофизиологических и технико-тактических характеристик.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проведено в рамках выполнения Государственного задания НИР на тему «Повышение эффективности спортивной подготовки хоккеистов студенческой хоккейной лиги на основе учета их психофизиологических и технико-тактических характеристик» № 777-00014-25-00.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was carried out under the State Task for the research project titled "Increasing effectiveness of sports training of hockey players from the student hockey league, taking into account their psychophysiological, technical and tactical characteristics" No 777-00014-25-00.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаренко, Т.М. Повышение эффективности соревновательной деятельности теннисисток на основе учета их индивидуально-психологических особенностей: специальность 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры»: дисс. … канд. пед. наук / Татьяна Михайловна Макаренко. – Волгоград, 1996. – 205 с.
2. Потапкин, Д.И. Психофизиологические характеристики хоккеистов 14-15 лет как фактор успешности соревновательной деятельности / Д.И. Потапкин, Т.В. Сборцева, А.А. Кылосов // Современные научные исследования и разработки. – 2016. – № 4(4). – С. 68-70.
3. Занковец, В.Э. Педагогический и биохимический контроль соревновательной и тренировочной деятельности в хоккее / В.Э. Занковец, В.П. Попов // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 4-2(64). – С. 36-39.
4. Жуков, М.В. Определение значимой информации в процессе анализа тактико-технических действий спортсменов / М.В. Жуков, В.В. Козин // Вестник Набережно-челнинского государственного педагогического университета. – 2024. – № 2-2(50). – С. 292-294.
5. Bracko, M.R. On-Ice Performance Characteristics of Elite and Non-elite Women's Ice Hockey Players / M.R. Bracko // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2001. – No. 15(1). – P. 42-47.
6. Михнов, А.П. Оценка соревновательной деятельности хоккеистов высокого класса с учетом групповых моделей игровых амплуа / А.П. Михнов // Слобожанский научно-спортивный вестник. – 2014. – № 6(44). – С. 79-86. DOI: 10.15391/snsv.2014-6.015.
7. A novel strategy for assembling youth national teams / E.S. Naboychenko, S.O. Istomin, A.N. Ezhov, S.V. Kondratovich // Theory and Practice of Physical Culture. – 2025. – No. 3. – P. 3-6.
8. Кротиков, Н.В. Характеристика компонентов стресс-устойчивости и их влияние на качество соревновательных действий у квалифицированных хоккеистов / Н.В. Кротиков, И.В. Стрельникова, Г.В. Стрельникова // Казанская наука. – 2016. – № 7. – С. 51-53.
9. Типологические особенности хоккейного арбитра высокой квалификации / А.В. Анисимов, А.Н. Ежов, М.В. Ясенецкая, А.В. Захарова // Психология. Психофизиология. – 2024. – Т. 17. – № 1. – С. 72-79. DOI: 10.14529/jpps240107.
10. Модельные характеристики соревновательной деятельности по показателям функциональной подготовленности спортсменов / О.В. Балберова, Е.Г. Сидоркина, К.С. Кошкина [и др.] // Science for Education Today. – 2021. – Т. 11. – № 3. – С. 161-176.
11. Changes in Neuromuscular Status Across a Season of Professional Men's Ice Hockey / E.A. Gannon, D.G. Higham, B.W. Gardner [et al.] // J. Strength. Cond. Res. – 2021. – No. 35(5). – P. 1338-1344. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004001.
12. Importance of Body Composition in the National Hockey League Combine Physiological Assessments / N.A. Chiarlitti, P. Delisle-Houde, R.E.R. Reid [et al.] // J. Strength. Cond. Res. – 2018. – No. 32(11). – P. 3135-3142. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002309.
13. Шишков, И.Ю. Сравнительный анализ анаэробной работоспособности и фракционного состава тела квалифицированных хоккеистов и хоккеистов-студентов / И.Ю. Шишков, Е.И. Грачева // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – Т. 12. – № 3(46). – С. 38-44. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-3-38-44.
14. Фураев, А.Н. Балльная оценка соревновательных результатов в игровых командных видах спорта / А.Н. Фураев, И.Ю. Шишков // Наука и спорт: современные тенденции. – 2025. – Т. 13. – № 2(50). – С. 161-169. DOI: 10.36028/2308-8826-2025-13-2-161-169.
15. Жаворонков, С.С. Особенности подготовки студенческой хоккейной команды в условиях образовательного процесса в вузе / С.С. Жаворонков // Актуальные проблемы спортивной подготовки в хоккее и футболе: Матер. Всероссийской научно-практической конференции,

посвящ. 50-летию кафедры теории и методики хоккея и футбола ФГБОУ ВО «УралГУФК» (Челябинск, 08 ноября 2024 года). – Челябинск: Уральский государственный университет физической культуры, 2024. – С. 73-76.
16. Психофизиологические особенности элитных хоккеистов 15-16 лет / Е.Ф. Сурина-Марышева, В.В. Эрлих, С.А. Кантюков, К.А. Наумова // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 36-41.
17. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: Нейрософт, 2007. – 216 с.
18. 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(20). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38.
19. Взаимосвязь параметров физической, технико-тактической и функциональной подготовленности у хоккеистов студенческой хоккейной лиги / Е.В. Быков, С.С. Жаворонков, О.В. Балберова, М.Е. Сахаров // Вестник спортивной науки. – 2023. – № 3. – С. 4-10.
20. Комплексная оценка функциональных возможностей высококвалифицированных хоккеистов / П.В. Квашук, А.Е. Власов, Д.В. Милюков [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2003. – № 2. – С. 15-21.

REFERENCES

1. Makarenko T.M. Improving the effectiveness of competitive activities of tennis players based on their individual psychological characteristics: an author's dissertation. Volgograd, 1996. 205 p. (in Russ.)
2. Potapkin D.I., Sbortseva T.V., Kylosov A.A. Psychophysiological characteristics of 14-15 year old hockey players as a factor in the success of competitive activity. *Modern scientific research and development*, 2016, vol. 4, no. 4, pp. 68-70. (in Russ.)
3. Zankovets V.E., Popov V.P. Structure of competitive activity and the level of special endurance in professional hockey assessment. *SibScript*, 2015, vol. 64, no. 4-2, pp. 36-39. (in Russ.)
4. Zhukov M.V., Kozin V.V. Determining significant information in the process of analyzing tactical and technical actions of athletes. *Bulletin of the Naberezhnye Chelny state pedagogical University*, 2024, no. 2-2(50), pp. 292-294. (in Russ.)
5. Bracko M.R. On-Ice Performance Characteristics of Elite and Non-elite Women's Ice Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2001, no. 15(1), pp. 42-47.
6. Mikhnov A.P. Evaluation of competitive activity of high-class hockey players taking into account group models of game roles. *Slobozhansky scientific and sports bulletin*, 2014, no. 6(44), pp. 79-86. DOI: 10.15391/snsv.2014-6.015. (in Russ.)
7. Naboychenko E.S., Istomin S.O., Ezhov AN., Kondratovich S.V. A novel strategy for assembling youth national teams. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2025, no. 3, pp. 3-6.
8. Krotikov N.V., Strelnikova I.V., Strelnikova G.V. Characteristics of stress resistance components and their influence on the quality of competitive actions in qualified hockey players. *Kazan Science*, 2016, no. 7, pp. 51-53. (in Russ.)
9. Anisimov A.V., Yezhov A.N., Yasenetskaya M.V., Zakharova A.V. Typological features of a highly qualified hockey referee. *Psychology. Psychophysiology*, 2024, vol. 17, no. 1, pp. 72-79. DOI: 10.14529/jpps240107. (in Russ.)
10. Balberova O.V., Sidorkina E.G., Koshkina K.S., Plachy J.K., Bykov E.V. Model characteristics of competition performance in terms of athletes' functional fitness. *Science for Education Today*, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 161-176. (in Russ.)
11. Gannon E.A., Higham D.G., Gardner B.W., Nan N., Zhao J., Bisson L.J. Changes in Neuromuscular Status Across a Season of Professional Men's Ice Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2021, no. 35(5), pp. 1338-1344. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004001.
12. Chiarlitti N.A., Delisle-Houde P., Reid R.E.R., Kennedy C., Andersen R.E. Importance of Body Composition in the National Hockey League Combine Physiological Assessments. *J. Strength. Cond. Res*, 2018, no. 32(11), pp. 3135-3142. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002309.
13. Shishkov I.Yu., Gracheva E.I. Comparative analysis of anaerobic performance and fractional body composition of qualified hockey players and student hockey players. *Science and sport: current trends*, 2024, vol. 12, no. 3(46), pp. 38-44. (in Russ.)
14. Furaev A.N., Shishkov I.Yu. Scoring of competitive results in game team sport. *Science and sport: current trends*. 2025, vol. 13, no. 2(50), pp. 161-169. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-3-38-44. (in Russ.)
15. Zhavoronkov S.S. Features of the preparation of the student hockey team in the conditions of the educational process at the university. Actual Problems of Sports Training in Hockey and Soccer: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, dedicated to 50th Anniversary of the Department of Theory and Methodology of Hockey and Sovver. Chelyabinsk: Ural State University of Physical Culture, 2024. pp. 73-76. (in Russ.)
16. Surina-Marysheva E.F., Erlich V.V., Kantyukov S.A., Naumova K.A. Psychophysiological

features in elite hockey players aged 15-16. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 36-41. (in Russ.)
17. Mantrova I.N. Methodological guide to psychophysiological and psychological diagnostics. Ivanovo: Neurosoft, 2007. 216 p. (in Russ.)
18. 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(20). DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_38. (in Russ.)
19. Bykov E.V., Zhavoronkov S.S., Balberova O.V., Sakharov M.E. Relationship of physical parameters, technical, tactical and functional readiness the hockey players of the student hockey league. *Bulletin of Sports Science*, 2023, no. 3, pp. 4-10. (in Russ.)
20. Kvashuk P.V., Vlasov A.E., Milyukov D.V., Semaeva G.N., Tikhankina T.Yu. A comprehensive assessment of the functional capabilities of highly qualified hockey players. *Bulletin of Sports Science*, 2003, no. 2, pp. 15-21. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Евгений Витальевич Быков – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры спортивной медицины и физической реабилитации; директор НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7506-8793.
Ирина Федоровна Харина – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры анатомии, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: anatomy-chair@uralgufk.ru, ORCID: 0000-0003-0354-1841.
Елена Геннадьевна Сидоркина – научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: rezenchik@bk.ru, ORCID: 0000-0001-6854-7406.
Сергей Сергеевич Жаворонков – старший преподаватель кафедры теории и методики хоккея и футбола, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: zhavoronkov_s.22@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2252-3430.
Вадим Владимирович Сверчков – младший научный сотрудник НИИ олимпийского спорта, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: vadim.sverchkov@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3650-0624.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Evgenij V. Bykov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation. Director of the Olympic Sports Research Institute, Ural State University of Physical Culture. Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7506-8793.
Irina F. Kharina – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Anatomy, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: anatomy-chair@uralgufk.ru, ORCID: 0000-0003-0354-1841.
Elena G. Sidorkina – Researcher, Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: rezenchik@bk.ru, ORCID: 0000-0001-6854-7406.
Vadim V. Sverchkov – Junior Researcher, Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: vadim.sverchkov@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-3650-0624.
Sergej S. Zhavoronkov – Senior Lecturer of the Department of Theory and Methodology of Hockey and Soccer, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: zhavoronkov_s.22@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2252-3430.

Для цитирования: Психофизиологические показатели хоккеистов студенческой команды с различным уровнем спортивной результативности / Е.В. Быков, И.Ф. Харина, Е.Г. Сидоркина [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_2

For citation: Bykov E.V., Kharina I.F., Sidorkina E.G., Zhavoronkov S.S., Sverchkov V.V. Psychophysiological indicators of student hockey players with different levels of sports performance. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_2

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_3
УДК 37.091.212; 572.08; 572.512; 612

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_3
UDC 37.091.212; 572.08; 572.512; 612

ОЦЕНКА СОМАТОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ 8-12 ЛЕТ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

К.В. Выборная
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Оценка физиометрических показателей, таких как жизненная емкость легких и сила кисти, с последующим расчетом жизненного и силового индексов – неотъемлемая часть комплексной оценки уровня физического развития ребенка, являющегося одним из основных критериев здоровья. Целью исследования было оценить соматометрические и физиометрические параметры детей Московского региона в возрасте 8-12 лет на современном этапе. ***Методы.*** Обследовано 228 учеников 2-5-х классов одной из московских общеобразовательных школ (101 девочка и 127 мальчиков); проведена оценка соматометрических и физиометрических показателей. ***Результаты.*** Соматометрические и физиометрические показатели детей 8-12 лет увеличиваются закономерно физиологическим законам роста и развития при переходе из одной возрастной группы в другую, более старшую. Между мальчиками и девочками внутри одной возрастной группы по длине и массе тела, а также индексу массы тела достоверных отличий не выявлено, что говорит о схожести морфологических признаков физического развития обследованных нами детей. ***Заключение.*** Дети, обследованные в 2022 году, были более рослыми и массивными, при этом у них были снижены физиометрические показатели, что говорит о снижении функциональных возможностей школьников Московского региона на современном этапе.
Ключевые слова: физическое развитие, соматометрия, физиометрия, функциональные показатели, дети 8-12 лет.

EVALUATION OF SOMATOMETRIC AND PHYSIOMETRIC INDICATORS OF 8-12-YEAR-OLD CHILDREN IN THE MOSCOW REGION

K.V. Vybornaya
Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Evaluation of physiometric parameters, such as vital capacity and hand strength, with subsequent calculation of vital and strength indices, is an integral part of a comprehensive assessment of the level of a child's physical development, which is one of the main health criteria. The aim of the study was to evaluate somatometric and physiometric parameters of 8-12-year-old children in the Moscow region at the present stage. ***Methods.*** The examination included 228 2-5-graders of one of the Moscow comprehensive schools (101 girls and 127 boys); somatometric and physiometric parameters were assessed. ***Results.*** Somatometric and physiometric parameters of 8-12-year-old children increase naturally in accordance with the physiological laws of growth and development when moving from one age group to another, older one. Between boys and girls within the same age group in body length, body weight and body mass index, no reliable differences were identified, which indicates the similarity of morphological signs of physical development of the children we examined. ***Conclusion.*** Children examined in 2022 were taller and heavier, and their physiometric parameters were lower, indicating a decline in the functional capabilities of schoolchildren in the Moscow region today.
Keywords: physical development, somatometry, physiometry, functional parameters, 8-12-year-old children.

Введение. Одним из основных критериев здоровья детского населения является уровень их физического развития (ФР), отражающий влияние эндогенных и экзогенных факторов. Оценка физиометрических показателей, таких как жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и сила кисти, с последующим расчетом жизненного (ЖИ) и силового индексов (СИ) является неотъемлемой частью комплексной оценки уровня физического развития ребенка. Эти показатели зависят от возраста, имеют тенденцию к увеличению в процессе роста и развития, а также обусловлены уровнем

физической подготовки: как правило, они выше у индивидов, занимающихся спортом, и ниже у людей с гиподинамией или некоторыми заболеваниями [1-4].

ЖИ характеризует адаптационные резервы организма и определяет функциональные возможности аппарата внешнего дыхания. ЖИ рассчитывается как отношение ЖЕЛ к массе тела (МТ). Нормой для взрослых индивидов считается показатель не менее 60-70 мл/кг для мужчин и не менее 50-60 мл/кг для женщин. Значения ниже этих величин свидетельствуют о недостаточном кислородообеспечении организма или же об избыточной массе тела. Норма показателей для детского населения зависит от возрастно-половой группы обследуемых [1-4].

СИ определяют развитие силы отдельных групп мышц, чаще всего при оценке уровня физического развития оценивают силу кисти и становую тягу и, соответственно, на их основании рассчитывают СИ кисти и СИ туловища. Оценка становой тяги является довольно травмоопасной процедурой, поэтому при оценке уровня ФР детей измеряют в основном силу кисти правой и левой рук, после чего рассчитывают силовые индексы. Силовые индексы рассчитывают путем деления показателей силы на МТ и выражают в процентах. Средними величинами силы кисти у мужчин считаются 70-75% от МТ (у спортсменов 75-81%), у женщин – 50-60% (у спортсменок 60-70%). Норма показателей для детского населения также, как и в случае с ЖИ, зависит от возрастно-половой группы обследуемых [1-4].

В связи с тем, что значения физиометрических показателей зависят от возраста, пола, уровня физической активности, наличия или отсутствия избыточного веса, региона и социально-экономических условий проживания, а также некоторых патологических состояний, целью исследования было оценить соматометрические и физиометрические параметры детей Московского региона в возрасте 8-12 лет на современном этапе.

Методы и организация исследования. В 2022 году было обследовано 228 учеников 2-5-х классов одной из московских общеобразовательных школ (101 девочка и 127 мальчиков; в обследование были включены дети 1 и 2 групп здоровья без хронических заболеваний согласно данным школьных медицинских карт). Была проведена оценка соматометрических (методом антропометрии) и физиометрических показателей [5, 6]. ЖЕЛ определяли с помощью спирометра «Спиротест УСПЦ-01М» (ООО «МИТК-М», Россия). Силу сжатия кисти определяли с помощью механического динамометра «ДК-50» (АО «Нижнетагильский медико-инструментальный завод» (НТМИЗ), Россия). Вычисляли ЖИ и СИ обеих рук. При формировании групп применяли принципы гигиены детей и подростков; всех обследованных детей разделили по полу и возрасту на 10 групп (количество вошедших в каждую группу детей указано в таблицах).

Статистический анализ. Статистические расчеты проводились с помощью пакета Statistica 12 (StatSoft, США) и программы Microsoft Excel. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Различия между девочками пяти возрастных групп, между мальчиками пяти возрастных групп, а также между девочками и мальчиками внутри одной возрастной группы оценивали с помощью рангового критерия Краскела-Уоллиса поскольку более половины полученных данных имели распределение отличное от нормального. Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$. Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильных интервалов [нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)], минимального и максимального значений признака (Min ÷ Max) [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнительный анализ показал, что соматометрические показатели детей увеличиваются закономерно физиологическим законам роста и развития при переходе из одной возрастной группы в другую, более старшую (табл. 1, 2).

По ДТ девочки 10, 11 и 12 лет достоверно отличаются между собой и от девочек возрастных групп 8 и 9 лет; девочки 9 лет выше девочек 8 лет, но различия между ними недостоверны. По МТ девочки 9 лет более массивны, чем девочки 8 лет, но отличия по показателям недостоверны;

девочки 10 лет достоверно отличаются по МТ от девочек 8, 9 и 12 лет; девочки 11 лет – от девочек 8 и 9 лет; девочки 12 лет – от девочек 8, 9 и 10 лет. Между девочками 10 и 11 лет, 11 и 12 лет достоверных различий по МТ выявлено не было, МТ от группы к группе в возрастном промежутке 10-12 лет увеличивается примерно на 2 кг. Значения ИМТ увеличиваются с возрастом; по ИМТ девочки 9 лет достоверно отличаются от девочек 10 и 12 лет, отличия между остальными группами не достигли статистической значимости.

По ДТ мальчики 10, 11 и 12 лет достоверно отличаются между собой и от мальчиков возрастных групп 8 и 9 лет; мальчики 9 лет выше мальчиков 8 лет, но различия между ними недостоверны. По МТ мальчики 9 лет тяжелее, чем мальчики 8 лет, но отличия по показателям недостоверны; мальчики 10, 11 и 12 лет достоверно отличаются от мальчиков 8 и 9 лет, но между собой различаются недостоверно: в группе 10 лет выявлена МТ, превышающая значения группы 11 лет. Значения ИМТ увеличиваются с возрастом, как и в случае с показателем МТ, в группе 10 лет выявлен показатель ИМТ, превышающий значения групп 11 и 12 лет. Мальчики 8 лет достоверно отличаются по ИМТ от мальчиков групп 10 и 11 лет; мальчики 9 лет – от группы 10 лет.

Между мальчиками и девочками внутри одной возрастной группы по ДТ, МТ и ИМТ достоверных отличий не выявлено, что говорит о схожести морфологических признаков физического развития у детей младшего школьного возраста (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физического развития девочек в возрасте 8-12 лет, Me [Q1; Q3], (Min ÷ Max)

Показатель	Возраст				
	8 лет (n=7)	9 лет (n=29)	10 лет (n=23)	11 лет (n=32)	12 лет (n=10)
ДТ, см	134,4[3,4,5] [125,9; 139,5] (114,9 ÷ 139,5)	138,8[3,4,5] [134; 141,1] (130,4 ÷ 145)	141,4[#] [137; 147,6] (133,9 ÷ 159,2)	147,5[#] [144,1; 154,5] (135,1 ÷ 163)	154,0[#] [151,6; 160,8] (147,5 ÷ 169,4)
МТ, кг	27,6[3,4,5] [22,2; 34,6] (20,2 ÷ 40,9)	31,1[3,4,5] [28,4; 33,8] (22,9 ÷ 43,6)	36,2[1,2,5] [32,7; 40,8] (26 ÷ 66,6)	38,15[1,2] [35,6; 46,4] (24,1 ÷ 54,9)	40,1[1,2,3] [38,1; 55,9] (37,4 ÷ 65,1)
ИМТ, кг/м^2	15,3 [14; 18,2] (13,9 ÷ 21,7)	15,9[3,5] [14,6; 17,5] (13,4 ÷ 24,3)	17,4[2] [15,9; 19,7] (13,3 ÷ 33,2)	17,6 [15,85; 19,85] (12,3 ÷ 26,3)	17,6[2] [16,6; 21,3] (15,7 ÷ 27,1)
ЖЕЛ, мл	1800 [1300; 2100] (1300 ÷ 2200)	1600[5] [1400; 1900] (1100 ÷ 3000)	1400[4,5,8] [1300; 1800] (1200 ÷ 2500)	1900[3] [1750; 2150] (1600 ÷ 2900)	2150[2,3] [1700; 2500] (1600 ÷ 2900)
Сила кисти правой руки, кг	7[4,5] [7; 9,5] (6,5 ÷ 10)	9,5[5] [7,5; 11] (4 ÷ 16,5)	9[4,5] [7; 11,5] (6 ÷ 18)	11,5[1,3,5] [10; 12,75] (7 ÷ 15)	12,8[#] [12; 14,5] (10,5 ÷ 23)
Сила кисти левой руки, кг	8[4,5] [6,5; 8,5] (6 ÷ 10)	9[5] [7,5; 10,5] (4 ÷ 15)	9[4,5] [7,5; 12] (6 ÷ 17)	11[1,3,5] [10; 13] (7 ÷ 17)	14[#] [12; 15] (11 ÷ 19)
ЖИ, мл/кгМТ	64,4[3] [44,0; 72,6] (40,5 ÷ 76,1)	52,8[3] [45,0; 58,0] (27,5 ÷ 87,3)	43,6[1,2,4] [37,73; 49,2] (19,5 ÷ 67,2)	51,4[3] [40,9; 57,49] (32,6 ÷ 73,6)	46,1 [41,6; 51,9] (33,1 ÷ 72,2)
СИ правой руки, кг/кгМТ	28,2 [23,2; 30,4] (20,2 ÷ 34,7)	31,1 [23,6; 34,3] (13,1 ÷ 45,3)	24,9 [18,8; 29,6] (16,18 ÷ 50,4)	28,1 [23,5; 31,9] (18,7 ÷ 41,5)	31,2 [27,3; 33,5] (18,8 ÷ 42,0)
СИ левой руки, кг/кгМТ	29,3 [20,2; 30,4] (19,6 ÷ 34,3)	28,8 [26,4; 32,6] (13,1 ÷ 44,4)	26[8] [18,2; 30,6] (13,6 ÷ 49,2)	29,1 [22,5; 36,0] (18,4 ÷ 45,6)	30,6 [28,1; 36,1] (19,7 ÷ 44,0)

Примечание: ДТ – длина тела; МТ – масса тела; ИМТ – индекс массы тела; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ЖИ – жизненная емкость легких; СИ – силовой индекс; достоверные отличия: [1] – от группы девочек 8 лет; [2] – от группы мальчиков 9 лет; [3] – от группы девочек 10 лет; [4] – от группы девочек 11 лет; [5] – от группы девочек 12 лет; [8] – от группы мальчиков 10 лет; [#] – от всех групп девочек.

Таблица 2

Показатели физического развития мальчиков в возрасте 8-12 лет, Me [Q1; Q3], (Min ÷ Max)

Показатель	Возраст				
	8 лет (n=6)	9 лет (n=42)	10 лет (n=31)	11 лет (n=36)	12 лет (n=12)
ДТ, см	135,1[8,9,10] [132,6; 138] (129,5 ÷ 139,4)	135,3[8,9,10] [133,5; 140] (121,2 ÷ 149,1)	141[#] [136,6; 149] (133 ÷ 155,5)	146,8[#] [143,1; 150,5] (138,8 ÷ 157,5)	155,4[#] [150,5; 159,8] (141,4 ÷ 164,1)
МТ, кг	28,8[8,9,10] [27,1; 30,6] (24,1 ÷ 30,9)	31,5[8,9,10] [28; 36,9] (23,8 ÷ 57,4)	41,1[6,7] [30,5; 47,8] (25,9 ÷ 75,5)	39,7[6,7] [35,2; 45,7] (30,4 ÷ 70,4)	47,3[6,7] [35,8; 56,7] (32,2 ÷ 77,8)
ИМТ, кг/м^2	15,9[8,9] [15,3; 16,2] (13,7 ÷ 16,3)	17,25[8] [15,4; 19,3] (13,1 ÷ 25,8)	19,6[6,7] [15,7; 23] (13,3 ÷ 34)	18,2[6] [16,5; 21,3] (15,1 ÷ 34,2)	18,6 [15,6; 23,1] (15,3 ÷ 30,2)
ЖЕЛ, мл	1700 [1600; 1900] (1500 ÷ 2000)	1700[8,9,10] [1400; 1900] (1200 ÷ 2900)	1800[3,7] [1700; 1900] (1300 ÷ 2300)	1800[7] [1700; 2200] (1400 ÷ 2600)	2050[7] [1800; 2450] (1300 ÷ 3100)
Сила кисти правой руки, кг	8,5[8,9] [7,5; 9] (7 ÷ 12,5)	9,5[8,9] [8; 12] (6 ÷ 16)	11[6,7] [9; 13] (6 ÷ 23)	12[6,7] [11; 13,75] (7 ÷ 18)	11,5 [9,25; 15,25] (7 ÷ 32)
Сила кисти левой руки, кг	7,5[8,9,10] [6,5; 8] (6 ÷ 13)	9[8,9] [8; 12] (5 ÷ 14)	12[3,6,7] [10; 13,5] (7,5 ÷ 21)	12[6,7] [10; 13,5] (6 ÷ 19)	11,3[6] [8,5; 13,75] (7 ÷ 32)
ЖИ, мл/кгМТ	60,2[8,9,10] [55,6; 66,4] (52,8 ÷ 73,3)	52,9[9] [44,7; 62,3] (33,1 ÷ 71,2)	47,5[6] [37,8; 56,4] (23,8 ÷ 73,6)	45,7[6,7] [40,5; 54,1] (24,1 ÷ 84,7)	48,1[6] [32,3; 54,6] (23,6 ÷ 85,4)
СИ правой руки, кг/кгМТ	31 [26,4; 33,2] (24,3÷ 40,8)	29,3 [23,8; 33,5] (18,5 ÷ 53,6)	31,3 [25,5; 37,0] (12,6 ÷ 44,5)	30,1 [23,8; 37,6] (14,2 ÷ 49,3)	29,1 [19,5; 37,5] (12,7÷ 46,8)
СИ левой руки, кг/кгМТ	26,7 [25,6; 29,5] (19,4 ÷ 42,5)	30,8 [25,4; 34,7] (15,4 ÷ 50,4)	31,3 [3] [26,2; 36,7] (14,2 ÷ 44,4)	30,9 [22,5; 36,1] (15,6 ÷ 48,9)	26,9 [18,5; 37,8] (14,4 ÷ 46,8)

Примечание: ДТ – длина тела; МТ – масса тела; ИМТ – индекс массы тела; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ЖИ – жизненная емкость легких; СИ – силовой индекс; достоверные отличия: [3] – от группы девочек 10 лет; [6] – от группы мальчиков 8 лет; [7] – от группы мальчиков 9 лет; [8] – от группы мальчиков 10 лет; [9] – от группы мальчиков 11 лет; [10] – от группы мальчиков 12 лет; [#] – от всех групп мальчиков.

Показано, что абсолютные показатели ЖЕЛ, как и значения ЖИ, изменяются скачкообразно, хоть и имеют общую тенденцию к увеличению в процессе обучения (табл. 1, 2). По показателю объема легких девочки 10 лет достоверно отличаются от девочек 11 и 12 лет, девочки 9 лет – от девочек 12 лет. По показателю ЖИ девочки 10 лет достоверно отличаются от девочек 8, 9 и 11 лет. По показателю силы кисти правой руки девочки 8 и 9 лет достоверно отличались от девочек 10 и 11 лет; по показателю силы кисти левой руки девочки 12 лет достоверно отличались от девочек остальных возрастных групп, девочки 11 лет – от девочек 8 и 10 лет; по СИ правой и левой рук девочки всех возрастных групп не отличались между собой достоверно.

По показателю ЖЕЛ мальчики 9 лет достоверно отличаются от мальчиков 10-12 лет. По показателю ЖИ мальчики 8 лет достоверно отличались от мальчиков 10-12 лет, мальчики 9 лет – от мальчиков 11 лет. По показателю силы кисти правой руки мальчики 8 и 9 лет достоверно отличались от мальчиков 10 и 11 лет; по показателю силы кисти левой руки мальчики 8 лет достоверно отличались от мальчиков 10-12 лет, мальчики 9 лет – от мальчиков 10 и 11 лет; по СИ правой и левой рук мальчики всех возрастных групп не отличались между собой достоверно.

При сравнении между собой девочек и мальчиков внутри одной возрастной группы было показано, что по показателю ЖЕЛ и показателю СИ левой руки имеются достоверные различия в группе 10 лет. По показателям ЖИ, силе кисти правой и левой рук, а также СИ правой руки гендерных различий выявлено не было.

По данным 2015 года ДТ восьмилетних детей из Белгорода [3] составил 127,7 см у мальчиков и 125,9 см у девочек, МТ – 26,7 кг и 24,8 кг в группе мальчиков и девочек соответственно. Сила кисти (СК) правой руки составила 13,1 и 11,0 кгс, СК левой руки – 12,1 и 9,8 кгс в группе мальчиков и девочек соответственно. ЖЕЛ составила 1453,3 мл и 1393,5 мл, а ЖИ – 56,9 мл/кг и 56,4 мл/кг в группе мальчиков и девочек соответственно. При сравнении Белгородских детей с детьми Московского региона в возрасте 8 лет было показано, что дети Московского региона, обследованные в 2022 году, имеют более высокие ДТ, МТ, ЖЕЛ и ЖИ, но более низкие показатели СК правой и левой рук.

Сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков было проведено несколько лонгитудинальных исследований. Сравнительный ретроспективный анализ данных показал, что между детьми, обследованными в 1960-х, 1980-х и 2000-х годах, имеются различия в уровне ФР [1, 2]. Так, в динамике 50-ти лет дети Московского региона 8-12 лет стали достоверно выше, массивнее, у них увеличились такие антропометрические показатели, как окружность грудной клетки, плечевой (акромиальный) и тазовый (тазогребневый) диаметры. Также было обнаружено достоверное снижение функциональных показателей (мышечной силы и ЖЕЛ) во всех возрастных группах. При сравнении обследованных нами в 2022 году детей Московского региона с детьми, обследованными в 2000-х годах, было показано, что дети 2022 года обследования в возрасте 8-12 лет имеют более высокие показатели ДТ и МТ, но более низкие показатели ЖЕЛ и СК правой и левой рук.

Заключение. Результаты исследования показали, что соматометрические показатели детей 8-12 лет увеличиваются закономерно физиологическим законам роста и развития при переходе из одной возрастной группы в другую, более старшую. Между мальчиками и девочками внутри одной возрастной группы по длине и массе тела, а также индексу массы тела достоверных отличий не выявлено, что говорит о схожести морфологических признаков физического развития обследованных нами детей. В возрастной группе мальчиков 10 лет наблюдается самая высокая масса тела, что говорит о наличии в группе детей с избыточной массой тела и ожирением.

Абсолютные показатели ЖЕЛ, как и значения ЖИ, в исследованной группе детей, как среди девочек, так и среди мальчиков изменяются скачкообразно, хоть и имеют общую тенденцию к увеличению в процессе обучения. Самые низкие значения ЖИ выявлены в возрастной группе 10 лет как среди девочек, так и среди мальчиков, что является признаком наличия избыточной массы тела и ожирения у детей данной возрастной группы. Среди девочек возрастной группы 10 лет также обнаружены более низкие показатели СИ обеих рук, чем в группах 8-9 и 11-12 лет, что может говорить о наличии девочек с избыточной массой тела и ожирением. При этом в группе 10-летних мальчиков СИ обеих рук не отличались от таковых в других возрастных группах, что свидетельствует о хороших силовых показателях и может быть связано с увеличением массы тела обследуемых детей за счет не только жировой, но и скелетно-мышечной массы тела.

При сравнении соматометрических и физиометрических показателей обследованных нами детей с данными обследований предыдущих десятилетий было показано, что дети 2022 года обследования были более рослыми и массивными, при этом у них были снижены физиометрические показатели, что говорит о снижении функциональных возможностей школьников Московского региона на современном этапе.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы FGMF-2025-0002 «Разработка и реализация инновационных антропонутрициологических подходов для оптимизации уровня физического развития и спортивной работоспособности в детско-юношеском спорте».

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was carried out under the project FGMF-2025-0002 titled "Development and realization of innovational antroponutritiological approaches for optimizing the level of physical development and sports performance in youth sports".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, А.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий // А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. – 216 с.
2. Морфофункциональное развитие современных школьников // В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Скоблина [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 352 с.
3. Погребняк, Т.А. Физическое развитие как показатель уровня адаптации и здоровья первоклассников / Т.А. Погребняк, М.С. Сергеева // Сетевой научно-практический журнал «Научный результат». Серия «Физиология». – 2015. – № 3. – С. 33-42. DOI: 10.18413/2409-0298-2015-1-3-33-42.
4. Шамуратова, Г.К. Методы оценки физического развития школьников / Г.К. Шамуратова // Теория и практика современной науки. – 2022. – № 7(85). – С. 49-51.
5. Анатомо-антропонутрициологические методы оценки физического и пищевого статусов детского и взрослого населения с различным уровнем физической активности: методические рекомендации // В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, К.В. Выборная [и др.] – М.: Мультипринт, 2022. – 112 с. DOI: 10.56188/978-5-6048236-0-6-202.
6. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации // В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, Е.А. Бурляева [и др]. – М.: Спорт, 2018. – 64 с.
7. Дерябин, В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных / В.Е. Дерябин. – Рукопись, депонированная в ВИНИТИ № 1187-В2005 от 29.08.2005. – М., 2005. – 247 с.

REFERENCES

1. Baranov A.A., Kuchma V.R., Skoblina N.A. Physical development of children and adolescents at the turn of the millennium. Moscow: Scientific Center for Children's Health Russian Academy of Medical Sciences, 2008. 216 p. (in Russ.)
2. Kuchma V.R. et al. Morphofunctional development of modern schoolchildren. Moscow: GEOTAR-Media, 2018. 352 p. (in Russ.)
3. Pogrebnyak T.A., Sergeeva M.S. Physical development as an indicator of the level of adaptation and health of first-graders. *Online scientific and practical journal "Scientific Result". Series "Physiology",* 2015, no. 3, pp. 33-42. DOI: 10.18413/2409-0298-2015-1-3-33-42. (in Russ.)
4. Shamuratova G.K. Methods for assessing the physical development of schoolchildren. *Theory and Practice of Modern Science,* 2022, no. 7(85), pp. 49-51. (in Russ.)
5. Tutelyan V.A. et al. Anatomical and anthroponutritiological methods of evaluating physical and nutritional statuses of children and adult population with different levels of physical activity: methodological guidelines. Moscow: Multiprint, 2022. 112 p. DOI: 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022. (in Russ.)
6. Tutel'yan V.A. et al. Method of complex anthropometry in sports and clinical practice: methodological guidelines. Moscow: Sport, 2018. 64 p. (in Russ.)
7. Deryabin V.E. A brief guide to solving typical problems of biometric processing of anthropological data (Manuscript deposited in VINITI No. 1187-B2005 dated 29.08.2005). Moscow, 2005. 247 p (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Ксения Валерьевна Выборная – научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: dombim@mail.ru.

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

Ksenia V. Vybornaya – Researcher of the Laboratory of Anthroponutritiology and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: dombim@mail.ru.

Для цитирования: Выборная, К.В. Оценка соматометрических и физиометрических показателей детей 8-12 лет Московского региона / К.В. Выборная // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_3

For citation: Vybornaya K.V. Evaluation of somatometric and physiometric indicators of 8-12-year-old children in the Moscow Region. *Modern Issues of Biomedicine,* 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_3

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_4
УДК 612.64

ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ГЕМОГЛОБИНОВ ПЕРИОДА НОВОРОЖДЕННОСТИ, КАК ФАКТОРОВ АДАПТАЦИИ И ДЕЗАДАПТАЦИИ

И.В. Гераськин[1,2], А.В. Дерюгина[2], В.А. Гераськин[3], Н.В. Гераськина[1]

[1]Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Нижегородской области «Нижегородская областная детская клиническая больница», г. Нижний Новгород, Россия

[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия

[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В настоящее время активно исследуется роль физиологических и патологических факторов на адаптацию организма в неонатальный период и вклад изменения уровней гемоглобинов крови и содержания кислорода в процессы адаптации. Остается неизученным влияние фетального гемоглобина в неонатальный период при переходе с плацентарного газообмена на легочный у недоношенных детей. ***Методы.*** Для сопоставления значений динамики гемоглобинов в процессе адаптации организма использован анализ массива клинико-лабораторных данных доношенных и недоношенных детей неонатального периода (0-7 и 8-28 дней). ***Результаты.*** Установлено, что на количество кислорода, транспортируемого общим гемоглобином крови, отрицательно влияет снижение содержания фетального гемоглобина с большим сродством к кислороду. У новорожденных, как доношенных, так и недоношенных, с увеличением возраста регистрируется уменьшение уровня кислорода, при одинаковом комплексе изменений показателей данные отличались амплитудой и скоростью. ***Заключение.*** При возрастной, физиологической или транфузионной депрессии уровня фетального гемоглобина требуется большее парциальное давление кислорода для формирования уровня 50% насыщения гемоглобина кислородом, что не всегда достижимо при эпизодах гипоксии и способствует нарушениям адаптации. Следовательно, содержание фетального гемоглобина оказывает регулирующее влияние в неонатальный период на адаптационные процессы новорожденных и может вызывать дезадаптационный эффект при его снижении, особенно у недоношенных детей.

Ключевые слова: адаптация, фетальный гемоглобин, гипоксия, дезадаптация.

SIGNIFICANCE OF TRANSFORMATION OF THE HEMOGLOBIN STRUCTURE IN THE NEONATAL PERIOD AS ADAPTATION AND MALADAPTATION FACTORS

I.V. Geraskin[1,2], A.V. Deryugina[2], V.A. Geraskin[3], N.V. Geraskina[1]

[1]Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital, Nizhny Novgorod, Russia

[2]Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

[3]Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Currently, the role of physiological and pathological factors on the adaptation of the body in the neonatal period and the contribution of changes in blood hemoglobin levels and oxygen content to adaptation processes are actively studied. The effect of fetal hemoglobin in the neonatal period during the transition from placental to pulmonary gas exchange in premature infants remains unknown. ***Methods.*** To compare the values of hemoglobin dynamics in the process of body adaptation, an analysis of an array of clinical and laboratory data from full-term and premature neonatal infants (0-7 and 8-28 days) was used. ***Results.*** It was found that the amount of oxygen transported by total blood hemoglobin is negatively affected by a decrease in the fetal hemoglobin content with a high affinity for oxygen. In newborns, both full-term and premature, a decrease in oxygen is recorded with increasing age, the data differed in amplitude and speed with the same complex of changes in indicators. ***Conclusion.*** In age-related, physiological, or transfusion fetal hemoglobin depression, higher partial pressure of oxygen is required to form a 50% hemoglobin oxygen saturation level, which is not always achievable in hypoxia episodes and contributes to adaptation disorders. Consequently, the fetal hemoglobin content has a regulatory effect in the neonatal period on the adaptation processes of newborns and can cause maladaptation when it decreases, especially in premature infants.

Keywords: adaptation, fetal hemoglobin, hypoxia, maladaptation.

Введение. В последние годы активно проводятся исследования, изучающие адаптационные механизмы организма в неонатальном периоде и их значение в методах лечения. Несмотря на клиническую важность биологических и возрастных особенностей ответа на действие патологических факторов мы только начинаем понимать, как адаптивная система формирует и регулирует реакции, препятствующие повреждению [1-3].

Плод находится в физиологическом состоянии низких величин содержания кислорода в крови (по сравнению с постнатальными стандартами) при малых величинах парциального давления кислорода (PaO_2) – около 25 мм рт. ст. и насыщении кислородом крови в аорте – 55%. Тем не менее несмотря на низкие параметры содержания кислорода в крови в физиологическом состоянии плод не испытывает гипоксии, необходимое поступление O_2 в ткани формируется посредством разнообразия адаптационных механизмов: повышенного сердечного выброса и высокого уровня гемоглобина у доношенного плода, наличия фетального гемоглобина с высоким сродством к O_2. Градиент насыщения кислородом в плаценте аналогичен градиенту насыщения O_2 в легких у взрослых: плацента (85 – 55 = 30%), легкие (98 – 70 = 28%). Он достигается при значительно более низких значениях PaO_2 (32 мм рт. ст.) в пупочной вене у плода по сравнению с величиной PaO_2 (95 мм рт. ст.) у новорожденного или взрослого. Эта особенность снижает риск окислительного стресса у плода, уровень оксигенации тканей способствует нормальному росту и дифференциации клеток и поддерживает нормальный морфогенез [4].

При рождении осуществляется переход от плодного (плацентарного) к легочному газообмену новорожденного, среда с низким содержанием кислорода сменяется на более насыщенную окислителем. В данный период важно, чтобы в неонатальном организме развились и реализовались адаптационные, антиоксидантные механизмы для защиты от потенциального вреда производными O_2 [5-7].

Даже при обычном, нормальном внешнем дыхании неполное снижение вдыхаемого кислорода может обусловить накопление токсичных активных форм O_2 (АФК), способствующих повреждению капилляров и патологии легочной паренхимы. Чтобы справиться с этой потенциальной проблемой, формы аэробной жизни в послеродовом периоде, встречаясь с опасностью окисления молекулярным кислородом атмосферы, сформировали сложные, многокомпонентные механизмы антиоксидантной защиты [8-10].

С учетом роли кислорода в развитии адаптации и дезадаптации организма новорожденного, в современной литературе исследуются процессы динамики различных фракций гемоглобинов крови. Анализируется направленность изменений структуры гемоглобинов крови как при физиологических процессах, формирующихся по мере увеличения постнатального возраста, так и при патологии в результате гемотрансфузий из-за уже существующих заболеваний, что позволяет предположить в значительном количестве случаев развитие нарушений адаптации. Важно учитывать не только изменение показателей содержания кислорода и уровней антиоксидантной активности биохимических ингредиентов крови, но и развитие реакций адаптации организма к условиям гипоксии и гипероксии. В тех случаях, когда адаптационные реакции к гипоксии, естественные или сформированные в процессе лечения (например, гемотрансфузия при гемической гипоксии), становятся чрезмерными по степени выраженности, скоростным и временным параметрам, происходит трансформация адаптации в дезадаптацию [11, 12].

Цель: определение влияния физиологических и патологических факторов на адаптацию организма детей при изменениях уровней фетального гемоглобина (HbF) и содержания кислорода в неонатальном периоде развития.

Методы и организация исследования. Выполненные исследования по критериям раннего и позднего неонатального периода включают клинические и лабораторные данные 179 пациентов неантологического профиля. Осуществлено 341 исследование показателей физиологических гемоглобинов крови (табл. 1).

Таблица 1

Распределение групп исследований по критериям раннего неонатального и позднего неонатального периодов с учетом наличия и отсутствия признаков недоношенности

Количество	Неонатальный период развития			
	недоношенные		доношенные	
	Ранний (0-7 сут)	Поздний (8-28 сут)	Ранний (0-7 сут)	Поздний (8-28 сут)
новорожденные	32	25	72	50
исследования	73	85	97	86

В исследовании выделяли доношенных и недоношенных в раннем неонатальном (первые 7 суток жизни) и позднем неонатальном (с 8 по 28 сутки) периодах.

Данные определены при изучении и обработке материалов историй болезней в неонатологических отделениях во время лечебно-диагностического процесса. Формирование структуры исследований, состава фракций гемоглобина у пациентов отделений неонатологии выполнено с учетом положений Международной классификации болезней (МКБ-10). Учтены отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (P00-P96); врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения; иные формы заболеваний (Q00-Q99). Регистрация исследуемых показателей выполнена анализатором оксиметрии и газов крови «Radiometer ABL 800». Выполнен анализ следующих показателей: ctHbg/dL – концентрация общего гемоглобина крови; FHbF% – фракция фетального гемоглобина крови; FHbA% – фракция гемоглобина крови взрослого типа; p50mmHg – парциальное давление крови для 50% насыщения гемоглобина кислородом; КЕК – кислородная емкость крови; $ctO_2Vol\%$ – объемное содержание кислорода в капиллярной крови; pH – показатель концентрации водородных ионов; pCO_2mmHg – напряжение углекислого газа в крови; pO_2mmHg – напряжение кислорода в крови; $sO_2\%$ – насыщение гемоглобина кислородом в артериальной крови; $FO_2Hb\%$ – фракция оксигемоглобина; FCOHb% – фракция карбоксигемоглобина; FHHb% – фракция дезоксигемоглобина; FMetHb% – фракция метгемоглобина; Hct% – гематокрит; cHCO3-(P)mmol/L – концентрация бикарбоната (гидроксикарбоната) в крови; SBEmmol/L – показатель буферной способности крови, характеризует избыток оснований; концентрация лактата – cLacmmol/L.

Помимо основной неонатальной группы – проведено исследование средних величин кислородного статуса (M) и выполнен сравнительный анализ динамики показателей HbF% и p50mmHg в отдельных группах пациентов неонатального периода (n=591). Количество учтенных результатов исследований – 854, зависело от наличия или отсутствия в терапии гемотрансфузий и объема посттрансфузионных обследований.

Обработка результатов исследования проведена на основе статистического анализа посредством применения прикладного пакета программ MS Excel, Statistica 6. Данные вариационных рядов представлены средним значением (M) и стандартным отклонением (σ). Характер распределения признаков соответствовал распределению Гаусса. Выполнено сравнение несвязанных совокупностей. Параметрический t-критерий Стьюдента использовался для сравнения выборок с поправкой Бонферрони. Критическим уровнем статистической значимости различий считался уровень $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В проведенном исследовании мы изучали динамичность, структурную нестабильность показателей гемоглобинов и газов крови как факторов адаптации к новым условиям неонатального периода (табл. 2).

В результате исследования выявлена разница величин показателей FHbF в группах недоношенных и доношенных новорожденных. Значения средних величин FHbF% у недоношенных пациентов в первые 7 дней жизни достигали уровня 84,17+2,24 от общего гемоглобина крови, к окончанию неонатального периода показатели составляли 67,39+2,37, разница значений показателей – 16,78%. В абсолютных значениях

разница уровней HbF составила 4,46 g/dL при разнице общего гемоглобина 3,07 g/dL, что свидетельствует о более высокой скорости снижения уровня HbF в составе ctHb.

Таблица 2

Показатели динамики средних величин кислородного статуса (M) в раннем и позднем неонатальных периодах, n=341, M±σ

Группы	Недоношенность		Доношенность	
Неонатальный период	Ранний 0-7 сут (n=73)	Поздний 8-28 сут (n=85)	Ранний 0-7 сут (n=97)	Поздний 8-28 сут (n=86)
pCO_2mmHg	37,47±2,99	40,76±2,08	38,01±2,10	38,13±1,74
pO_2mmHg	66,89±5,32	53,68±4,70	61,92±2,88	60,62±2,27
sO_2%	95,23±1,30	87,75±1,94**	93,74±1,89	92,70±1,97
ctHbg/dL	14,25±0,57*	11,18±0,50**	16,11±0,56	13,77±0,63
Hct%	43,56±1,69*	33,70±1,47**	49,32±1,70	42,26±1,90
FHbF%	84,17±2,24*	67,39±2,37**	78,57±2,04	72,42±2,31
FO_2Hb%	91,97±1,11	85,51±1,84**	91,48±0,86	91,06±0,66
FCOHb%	2,50±0,30	1,50±0,21	3,04±1,83	2,42±2,06
FHHb%	4,42±1,23	12,46±2,08	6,00±1,78	7,81±2,21
FMetHb%	1,63±0,25	1,55±0,18	1,53±0,18	1,46±0,14
p50mmHg	20,39±0,43*	22,60±0,49	19,65±0,73	21,46±0,52
ctO_2Vol%	18,15±0,77*	13,39±0,83**	21,72±0,72	17,36±0,88
pH	7,37±0,03	7,36±0,02	7,40±0,02	7,35±0,09
cHCO3-(P)mmol/L	20,50±1,00*	22,53±0,85	22,63±0,94	23,13±1,05
SBEmmol/L	-4,05±1,00*	-1,77±0,98	-1,69±0,93	-1,19±1,01
cLacmmol/L	3,24±0,53	2,52±0,47	2,77±0,31	2,40±0,26

Примечание: в таблице приведены данные обследований пациентов без гемотрансфузий; pCO_2mmHg – напряжение углекислого газа в крови; pO_2mmHg – напряжение кислорода в крови; sO_2% – насыщение гемоглобина кислородом в артериальной крови; ctHbg/dL – концентрация общего гемоглобина крови; Hct% – гематокрит; FHbF% – фракция фетального гемоглобина крови; FO_2Hb% – фракция оксигемоглобина; FCOHb% – фракция карбоксигемоглобина; FHHb% – фракция дезоксигемоглобина; FMetHb% – фракция метгемоглобина; pH – показатель концентрации водородных ионов; cHCO3-(P)mmol/L – концентрация бикарбоната (гидроксикарбоната) в крови; SBEmmol/L – показатель буферной способности крови, характеризует избыток оснований; cLacmmol/L – концентрация лактата; * – $p<0,05$ по отношению к доношенным 0-7 сут; ** – $p<0,05$ по отношению к доношенным 8-28 сут.

Значения средних величин FHbF% у доношенных пациентов в первые 7 дней жизни достигали уровня 78,57±2,04 от общего гемоглобина крови, к окончанию неонатального периода показатели FHbF составляли 72,42±2,31, разница значений показателей – 6,15%. В абсолютных значениях разница уровней HbF составила 2,69 g/dL при разнице общего гемоглобина 2,34 g/dL, что также свидетельствует о более высокой скорости снижения уровня HbF в сравнении с ctHb. Содержание в эритроцитах FHbF у доношенных отличалось исходно более низкими значениями, чем у недоношенных. При определении сравнительной динамики показателей оксигенации у доношенных и недоношенных новорожденных в зависимости от постнатального возраста выявлено направленное снижение регистрируемых величин. Причем данная тенденция сохраняется среди регистрируемых значений кислотно-щелочного состояния (КЩС), газов крови, структурных показателей исследуемых гемоглобинов на протяжении всего неонатального периода.

Для анализа влияния FHbF на динамику сродства гемоглобина крови к кислороду мы исследовали зависимость между показателями FHbF и p50mmHg.

Результаты свидетельствуют, что снижение содержания фетального гемоглобина, обладающего большим сродством к кислороду, отрицательно влияет на количество кислорода, связанного и транспортируемого общим гемоглобином крови. Возрастающая количественная динамика p50mmHg в неонатальном периоде имела обратно пропорциональную зависимость к уровню транспортируемого кислорода к тканям. Анализ динамики маркеров кислородного метаболизма: ctHbg/dL, FHbF%, FHbA%, p50mmHg, КЕК, ctO_2Vol%, pCO_2mmHg, pO_2mmHg, FO_2Hb%, FCOHb%, FHHb%, sO_2%, Hct%, SBEmmol/L, pH, cHCO3-(P)mmol/L, cLacmmol/L свидетельствует о поэтапном снижении количества поступающего кислорода в кровоток у новорожденных как в раннем, так и в позднем неонатальном периоде, о формирующейся адаптации к новым условиям кислородного окружения (табл. 2).

В своем исследовании мы рассматриваем адаптивный ответ организма периода новорожденности при переходе с плацентарного газообмена на легочный и регулирующее влияние динамики содержания фетального гемоглобина крови на выраженность оксигенации. Применяемые методы анализа массива клинико-лабораторных данных позволили сопоставлять исследования функций гемоглобинов, клеток, динамику эволюционных, биологических, морфологических параметров с физиологическими и патологическими последствиями [13, 14].

Полученные данные свидетельствуют о направленном уменьшении величин кислородного статуса у новорожденных детей по мере увеличения возраста. Изменения зарегистрированы во всех группах обследованных – как у доношенных, так и у недоношенных. В группах исследований при одинаковом комплексе изменений показателей данные отличались только амплитудой и скоростью.

Выявленные особенности реализуются в физиологических процессах у новорожденных детей при: замещении участков экстрамедуллярного эритропоэза на костномозговой с выработкой эритроцитов, содержащих гемоглобин взрослого типа (HbA); образовании слабогемоглобинизированных молодых форм эритроидных клеток; уменьшении в эритроцитах количества HbF; укорочении продолжительности жизни эритроцитов до 10-12 сут; активизации гемолитических реакций [15, 16].

Интенсивная терапия, осуществляемая в неонатальном периоде, имеет противоположную направленность по формированию количества поставляемого O_2. Используются методы повышения доставки и содержания кислорода в организм пациента. Если по большинству кислородных показателей крови удается сформировать более высокие величины, то прогрессирующее снижение количества фракции фетального гемоглобина продолжается на фоне проводимой терапии. Соответственно, при снижении сродства гемоглобина крови к O_2 уменьшается доставка кислорода в участки тканей с более выраженной гипоксией. В группе недоношенных первых 7 суток жизни мы зарегистрировали увеличение средних значений показателей (M) p50mmHg с 20,38±0,93 до 22,54±2,69 к окончанию неонатального периода. У доношенных новорожденных показатели p50mmHg были аналогично увеличены (19,65±0,73 – 21,47±0,92) к завершению периода новорожденности. Приведенные данные свидетельствуют о том, что по мере снижения содержания HbF в крови увеличивается показатель p50mmHg, характеризующий величину нарастания pO_2mmHg, необходимого для сохранения уровня насыщения гемоглобина O_2 в 50%. Диапазон полного насыщения гемоглобина крови кислородом (sO%) в обследуемых группах изменялся в пределах 87,75±1,94 – 95,23±1,30%. Более выраженное увеличение значений p50mmHg и снижение количественных и концентрационных величин HbF мы фиксировали в группах сравнения у пациентов неонатального периода (n=591) в зависимости от наличия гемотрансфузии при лечении (табл. 3).

В неонатальном периоде значения показателей p50mmHg у недоношенных новорожденных превышали аналогичные значения у доношенных новорожденных. Что свидетельствовало о необходимости большего парциального давления кислорода PO_2 для 50% насыщения гемоглобина у

недоношенных новорожденных. У пациентов, получавших гемотрансфузии в период новорожденности – как доношенных, так и недоношенных – регистрировались более высокие уровни p50mmHg. Соответственно увеличивалась и потребность в кислороде для достижения 50% уровня насыщения гемоглобина крови. Значения средних величин HbF% в структуре общего гемоглобина крови (ctHbg/dL) у доношенных и недоношенных новорожденных после проведения гемотрансфузий в неонатальном периоде были минимальными в сравнении с данными у пациентов, не получавших гемотрансфузий. Необходимо отметить, что посттрансфузионное уменьшение содержания фетального гемоглобина и сродства ctHbg/dL к кислороду происходит на фоне физиологического уменьшения фракции HbF%, что имеет потенцирующий эффект. Зафиксированная в посттрансфузионном периоде отчетливая динамика снижения уровня фетального гемоглобина сочетается с обратной зависимостью сочетания величин P50mmHg и сродства гемоглобина к кислороду. Изменение показателей: снижение уровня HbF и повышение значений p50 – в группах новорожденных пациентов после гемотрансфузий отличались большей амплитудой и скоростью. Стремительные количественные изменения содержания гемоглобина в крови при гемотрансфузиях минимизирует время для становления качественных адаптивных реакций к тканевой гипоксии и может способствовать развитию повреждений.

В современной научной литературе приводятся многочисленные клинические данные о развитии повреждений тканей и органов у новорожденных (особенно недоношенных) после проведенных гемотрансфузий. Патогенез происходящих изменений остается не детализированным [17-20].

Таблица 3

Результаты исследований влияния гемотрансфузий на динамику уровней HbF% и показателя p50mmHg в неонатальном периоде, n=854; M±σ

Возраст (сутки жизни)	HbF%		p50mmHg	
	Без гемотрансфузии	Гемотрансфузии	Без гемотрансфузии	Гемотрансфузии
Доношенные (0-28)	85,47±1,7 n=45	67,64±4,7* n=28	19,29±0,5 n=61	23,16±1,1* n=20
Недоношенные (0-28)	74,69±3,2 n=119	44,88±3,0* n=257	21,52±0,4 n=159	23,54±0,6* n=165

Примечание: HbF% – фетальный гемоглобин крови; pO_2mmHg – напряжение кислорода в крови; * – $p<0,01$ статистически значимое отличие показателей от значений группы пациентов без гемотрансфузии. n – количество исследований.

Заключение. Преобладание HbF в составе структуры гемоглобинов у новорожденного определяет повышенное сродство гемоглобина к O_2 и способствует доставке и высвобождению O_2 в участках тканевой гипоксии с наиболее низкими показателями pH. При анализе поученных нами данных определено, что по мере увеличения постнатального возраста и физиологической депрессии уровня HbF или его посттрансфузионного снижения требуется большее парциальное давление O_2 для формирования уровня p50mmHg, что не всегда достижимо при эпизодах гипоксии и способствует нарушениям адаптационных и компенсаторных процессов.

Кислородная терапия, искусственная вентиляция легких часто применяются в неонатальном периоде для повышения адаптации и выживаемости, увеличивают содержание кислорода в крови, но не гарантируют его повышение в тканях, так как переход кислорода из крови в ткани зависит от сродства гемоглобина к O_2 и его способности к диссоциации. В проведенных нами исследованиях определено, что после рождения эта зависимость имеет отрицательную направленность, обусловленную снижением содержания фракции HbF. В сочетании с активизацией оксигенотерапии возможны изменения в адаптационных процессах новорожденных, выработке

аномальных метаболитов окислительного стресса органами, такими как легкие, кишечник, мозг и нервная система, метаболическое перепрограммирование, что определяет необходимость дальнейшей интенсификации и детализации исследований комплекса процессов дезадаптации неонатального периода.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hyperoxia and oxidative stress in anesthesia and critical care medicine / S. Ottolenghi, G. Sabbatini, A. Brizzolari [et al.] // Minerva Anestesiol. – 2020. – No. 86(1). – P. 64-75. DOI: 10.23736/S0375-9393.19.13906-5.
2. Cord blood transfusions in extremely low gestational age neonates to reduce severe retinopathy of prematurity: results of a prespecified interim analysis of the randomized BORN trial / L. Teofili, P. Papacci, C. Dani [et al.] // Ital J Pediatr. – 2024. – No. 50(1). – P. 142. DOI: 10.1186/s13052-024-01714-w.
3. Швецова, А.А. Роль активных форм кислорода в регуляции тонуса кровеносных сосудов в перинатальном и раннем постнатальном онтогенезе / А.А. Швецова, Д.К. Гайнуллина, О.С. Тарасова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2023. – Т. 109. – № 12. – С. 1742-1762. DOI: 10.31857/S0869813923120105. [In English] Shvetsova A.A., Gaynullina D.K., Tarasova O.S. The Role of Reactive Oxygen Species in the Regulation of Blood Vessel Tone in Perinatal and Early Postnatal Ontogenesis. *Russian Journal of Physiology*, 2023, vol. 109, no. 12, pp. 1742-1762. DOI: 10.31857/S0869813923120105. (in Russ.)
4. Gebb, S.A. Hypoxia and lung branching morphogenesis / S.A. Gebb, P.L. Jones // Adv Exp Med Biol. – 2003. – No. 543. – P. 117-125. DOI: 10.1007/978-1-4419-8997-0_8.
5. Wang, H.C. Molecular Mechanisms of Hyperoxia-Induced Neonatal Intestinal Injury / H.C. Wang, H.C. Chou, C.M. Chen // Int J Mol Sci. – 2023. – No. 24(5). – P. 4366. DOI: 10.3390/ijms24054366.
6. Haddad, J.J. O2-evoked regulation of HIF-1alpha and NF-kappaB in perinatal lung epithelium requires glutathione biosynthesis / J.J. Haddad, S.C. Land // Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol. – 2000. – No. 278(3). – P. 492-503. DOI: 10.1152/ajplung.2000.278.3.L492.
7. Emerging role of metabolic reprogramming in hyperoxia-associated neonatal diseases / T. Sun, H. Yu, D. Li [et al.] // Redox Biol. – 2023. – No. 66. – P. 102865. DOI: 10.1016/j.redox.2023.102865.
8. Sharma, V. Persistent pulmonary hypertension of the newborn / V. Sharma, S. Berkelhamer, S. Lakshminrusimha // Matern health, neonatol and perinatal. – 2015. – No. 1. – P. 14. DOI: 10.1186/s40748-015-0015-4.
9. Физиология плода и детей / А.С. Батуев, В.Д. Глебовский, В.А. Жданов [и др.]; Под ред. В.Д. Глебовского. – М.: Медицина, 1988. – С. 60-65. [In English] Batuev A.S., Glebovskij V.D., Zhdanov V.A., Ivanov K.P., Korotko G.F., Kurduban L.I., Milutina L.A., Nasledov G.A., Skorobovichuk N.F., Finkinstein Ya.D., Khodorovsky D.I., Shimaraeva T.N., Shipova N.V. Fetus and children physiology. Glebovskij V.D., ed. Moscow: Medicine, 1988. pp. 60-65 (in Russ.)
10. Do Lower Levels of Fetal Hemoglobin in Preterm Infants Relate to Oxidative Stress? / L. Torrejón-Rodríguez, A. Parra-Llorca, A. Pinilla-González [et al.] // Antioxid Redox Signal. – 2024. – No. 40(7-9). – P. 453-459. DOI: 10.1089/ars.2023.0378.
11. Гераськин, И.В. Влияние гемотрансфузий у новорожденных и детей грудного возраста на состав и сродство к кислороду физиологических гемоглобинов / И.В. Гераськин, В.А. Гераськин, Н.В. Гераськина // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2023. – Т. 67. – № 1. – С. 71-78. DOI: 10.25557/0031-2991.2023.01.71-78. [In English] Geraskin I.V., Geraskin V.A., Geraskina N.V. Effect of hemotransfusions in newborns and infants on the composition and oxygen affinity of physiological hemoglobin. *Pathological physiology and experimental therapy*, 2023, vol. 67, no. 1, pp. 71-78. DOI: 10.25557/0031-2991.2023.01.71-78.
12. Differences in Cerebral Tissue Oxygenation in Preterm Neonates Receiving Adult or Cord Blood Red Blood Cell Transfusions / C. Pellegrino, P. Papacci, F. Beccia [et al.] // JAMA Netw Open. – 2023. – No. 6(11). – P. e2341643. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.41643.
13. Samaja, M. The Oxygen Cascade from Atmosphere to Mitochondria as a Tool to Understand the (Mal)adaptation to Hypoxia / M. Samaja, S. Ottolenghi // Int J Mol Sci. – 2023. – No. 24(4). – P. 3670. DOI: 10.3390/ijms24043670.
14. Ramirez, Z.R. Mechanisms of Fetal Adaptation to Chronic Hypoxia following Placental Insufficiency: A Review / Z.R. Ramirez, A. Dall'Asta, T. Ghi // Fetal Diagn Ther. – 2022. – No. 49(5-6). – P. 279-292. DOI: 10.1159/000525717.
15. Чеснокова, Н.П. Эритропоэз и его регуляция. Общие характеристики эритроцитов, их

свойств и функций / Н.П. Чеснокова, Е.В. Понукалина, М.Н. Бизенкова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-2. – С. 325-328. [In English] Chesnokova N.P., Ponukalina E.V., Bizenkova M.N. Erythropoiesis and its regulation. Basic characteristics of erythrocytes, their properties and functions. *Advances in current natural sciences*, 2015, no. 1-2, pp. 325-328. (in Russ.)
16. Diagnostic Value and Prognostic Significance of Nucleated Red Blood Cells (NRBCs) in Selected Medical Conditions / K. Pikora, A. Krętowska-Grunwald, M. Krawczuk-Rybak, M. Sawicka-Żukowska // Cells. – 2023. – No. 12(14). – P. 1817. DOI: 10.3390/cells12141817.
17. Effects of Freshly Irradiated vs Irradiated and Stored Red Blood Cell Transfusion on Cerebral Oxygenation in Preterm Infants: A Randomized Clinical Trial / M. Saito-Benz, K. Bennington, C.L. Gray [et al.] // JAMA Pediatr. – 2022. – No. 176(5). – P. e220152. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2022.0152.
18. Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Tissue Oxygenation Changes After Transfusion and Outcomes in Preterm Infants: A Secondary Near-Infrared Spectroscopy Study of the Transfusion of Prematures Randomized Clinical Trial (TOP NIRS) / V.Y. Chock, H. Kirpalani, E.F. Bell [et al.] // JAMA Netw Open. – 2023. – No. 6(9). – P. e2334889. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.34889.
19. Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Early brain and abdominal oxygenation in extremely low birth weight infants / V.Y. Chock, E. Smith, S. Tan [et al.] // Pediatr Res. – 2022. – No. 92(4). – P. 1034-1041. DOI: 10.1038/s41390-022-02082-z.
20. Fetal haemoglobin and oxygen requirement in preterm infants: an observational study / T. Ulinder, W. Hellström, C. Gadsbøll [et al.] // Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. – 2025. – No. 110(3). – P. 285-290. DOI: 10.1136/archdischild-2024-327411.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иван Владимирович Гераськин – врач-патологоанатом ГБУЗ «Нижегородская областная детская клиническая больница», Нижний Новгород, e-mail: ivan_geraskin19@mail.ru.
Анна Вячеславовна Дерюгина – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, e-mail: derugina69@yandex.ru.
Владимир Анатольевич Гераськин – доцент, кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии Приволжского исследовательского медицинского университета (ПИМУ), Нижний Новгород, e-mail: gvarm@mail.ru.
Наталья Валентиновна Гераськина – врач-неонатолог ГБУЗ «Нижегородская областная детская клиническая больница», Нижний Новгород, e-mail: gvarm@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ivan V. Geraskin – Autopsist, Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital, Nizhny Novgorod, e-mail: ivan_geraskin19@mail.ru.
Anna V. Deryugina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: derugina69@yandex.ru.
Vladimir A. Geraskin – Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Lecturer of the Department of Anesthesiology, Intensive Care Medicine and Transfusiology, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, e-mail: gvarm@mail.ru.
Natalya V. Geraskina – Neonatologist, Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital, Nizhny Novgorod, e-mail: gvarm@mail.ru.

Для цитирования: Значение трансформации структуры гемоглобинов периода новорожденности, как факторов адаптации и дезадаптации / И.В. Гераськин, А.В. Дерюгина, В.А. Гераськин, Н.В. Гераськина // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_4

For citation: Geraskin I.V., Deryugina A.V., Geraskin V.A., Geraskina N.V. Significance of transformation of the hemoglobin structure in the neonatal period as adaptation and maladaptation factors. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_4

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_5
УДК 616-072.85:[796.524 – 055.2:796.015.576]

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_5
UDC 616-072.85:[796.524 – 055.2:796.015.576]

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЕВУШЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГОРНЫМ ТУРИЗМОМ, В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

Т.А. Жмурова[1], Ю.В. Корягина[2], С.М. Рябцев[1], Т.С. Морозова[1]
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Актуальность исследования определена необходимостью изучения физиологических механизмов адаптации к условиям среднегорья малоподготовленными туристами. ***Методы.*** В эксперименте принимали участие девушки, занимающиеся горным туризмом на базе спортивного клуба, ранее не принимавшие участия в среднегорных восхождениях. Адаптационные возможности кардио-респираторной системы оценивали по параметрам нагрузочного тестирования проб Штанге и Генчи, на каждом этапе эксперимента проводили измерения показателей вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики. ***Результаты.*** В период пассивной акклиматизации в условиях среднегорья выявлено повышение количества обследуемых (66,6% всех случаев) с выраженным преобладанием автономного контура вегетативной регуляции функций. Вместе с тем, у девушек с III-им и IV-ым типом регуляции выявлено снижение адаптационных возможностей функциональных систем организма. Анализ данных показал увеличение количества девушек с III-им типом регуляции (100% всех случаев) относительно второго этапа исследования. ***Заключение.*** Результатами настоящего исследования определена эффективность последовательной акклиматизации в условиях среднегорья к периоду высокогорной акклиматизации.
Ключевые слова: гипоксическая гипоксия, адаптация, вариабельность ритма сердца, центральная гемодинамика, среднегорье, девушки.

ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF GIRLS ENGAGED IN MOUNTAIN TOURISM IN THE MID-MOUNTAIN CONDITIONS

T.A. Zhmurova[1], Yu.V. Koryagina[2], S.M. Ryabtsev[1], T.S. Morozova[1]
[1]Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
[2]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The relevance of the present research is determined by the need to study the physiological mechanisms of adaptation to mid-mountain conditions in untrained tourists. ***Methods.*** The experiment involved girls from a sports club (n=8) involved in mountain tourism, they had not previously participated in mid-mountain ascents. The adaptive capabilities of the cardiorespiratory system were assessed using the parameters of stress testing using the respiratory tests on inhale and exhale, heart rate variability and central hemodynamic indicators were measured at each stage of the experiment. ***Results.*** During the period of passive acclimatization in the mid-mountain conditions, an increase in the number of examined (66.6% of all cases) with a pronounced predominance of the autonomous contour of the autonomic regulation of functions was revealed. At the same time, girls with the regulation type III and IV had a decrease in the adaptive capabilities of the functional systems of the body. The data analysis revealed an increase in the number of girls with the regulation type III (100% of all cases) relative to the second stage of the study. ***Conclusion.*** The results of the study have proven the effectiveness of gradual acclimatization in mid-mountain conditions to the period of high-mountain acclimatization.
Keywords: hypoxia, adaptation, heart rate variability, central hemodynamics, mid-mountain region, girls.

Введение. Горный туризм представляет собой экстремальный вид спорта, где гипобарическая гипоксия средне- и высокогорья сочетается с интенсивными физическими нагрузками [1]. Вместе с тем, наблюдается увеличение популярности экстремальных видов туризма как среди спортсменов, так и среди лиц с различным уровнем физической подготовленности [2]. Так, высокая посещаемость горных районов до 2 500 м н.у.м.

малоподготовленными туристами обуславливает необходимость изучения физиологических механизмов адаптации к условиям среднегорья [3]. Горный туризм, как вид экстремальной деятельности, предъявляет повышенные требования к адаптационным возможностям кардио-респираторной системы (КРС), тем самым обуславливая повышение уровня степени напряжения регуляторных систем организма [4-6]. В условиях измененной газовой среды оценить степень воздействия физических нагрузок на текущее состояние вегетативной регуляции (ВР) позволяет универсальный метод исследования вариабельности ритма сердца [7]. Так, анализ сердечного ритма, отражающий степень напряжения регуляторных механизмов, определяет особенности процесса и физиологическую «цену» адаптации организма к физическим нагрузкам, в том числе и в условиях средне- и высокогорья [8]. Вместе с тем значимость индивидуально-типологических особенностей ВР в определении адаптационных возможностей функциональных систем организма подчеркивают авторы Шлык Н.И., Гаврилова Е.А., Баевский Р.М., Спицин А.П. [9-12].

Таким образом, целью настоящего исследования является определение адаптационных возможностей кардио-респираторной системы девушек, занимающихся горным туризмом, в условиях среднегорья с учетом индивидуально-типологических особенностей ВР.

Методы и организация исследования. Для достижения поставленной цели проводили эксперимент, в котором принимали участие девушки (n=8) основной группы здоровья. Обследуемые занимались горным туризмом на базе спортивного клуба Севастопольского государственного университета, стаж занятий составлял 1,5-2 года, ранее девушки не принимали участия в среднегорных восхождениях. Возраст девушек составил 20,8±0,48 лет, исследования проводились в период фолликулиновой фазы менструального цикла. До начала эксперимента было проведено антропометрическое исследование девушек, среднегрупповые значения веса и роста составили 61,82±1,45 кг и 165,11±1,64 см соответственно. Участие в настоящем исследовании осуществлялось на основе добровольного письменного информированного согласия в соответствии с требованиями международных стандартов этических норм Хельсинской декларации (2024) и Директивы европейского сообщества 2024/1760.

Эксперимент длительностью 8 суток включал три этапа различной продолжительности. Первый этап (0 м н.у.м.) включал исследования на базе ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в условиях, отвечающих действующим требованиям СанПиН.

Второй этап (2 100 м н.у.м., п. Терскол, продолжительностью одни сутки) – исследования проводили в первый день пассивной акклиматизации обследуемых в условиях базового лагеря (БЛ).

Третий этап (2 100 м н.у.м., п. Терскол) включал радиальные выходы (продолжительность – 4-6 часов с нагрузкой $ЧСС_{max}$ 60-70%) с максимальным набором высоты 2 500 м н.у.м. в каждые последующие сутки, исследования в условиях БЛ проводились по окончании акклиматизационного периода (8-ые сутки эксперимента).

Для достижения поставленной цели проводили анализ значений показателей КРС организма обследуемых девушек в условиях, соответствующих этапам эксперимента. Параметры функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) обследуемых регистрировали с применением аппаратно-программного комплекса (АПК) «Поли-Спектр.NET» и кардиорегистратора «Поли-Спектр-8/ЕХ» (ООО «Нейрософт», Россия). Значения показателей артериального давления (систолическое и диастолическое АД) определяли с применением тонометра. Значения показателей сатурации крови (SpO_2, %) и частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) определяли с применением метода пульсоксиметрии на АПК «ChoiceMMed» (Китай).

Полученные в ходе исследования данные анализировали с применением комплекса статистических программ Statistica 14.1.0, расчетом значения среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего арифметического (m). Математическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента,

оценка достоверности различий выборки проводилась с применением непараметрического U-критерия Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследования, согласно классификации преобладающего типа ВР [8], в 83,3% всех случаев исследований выявлено умеренное преобладание автономного контура вегетативной регуляции (ВР) (III тип), в 16,6% всех случаев определено выраженное преобладание автономного контура (IV тип) (рис. 1).

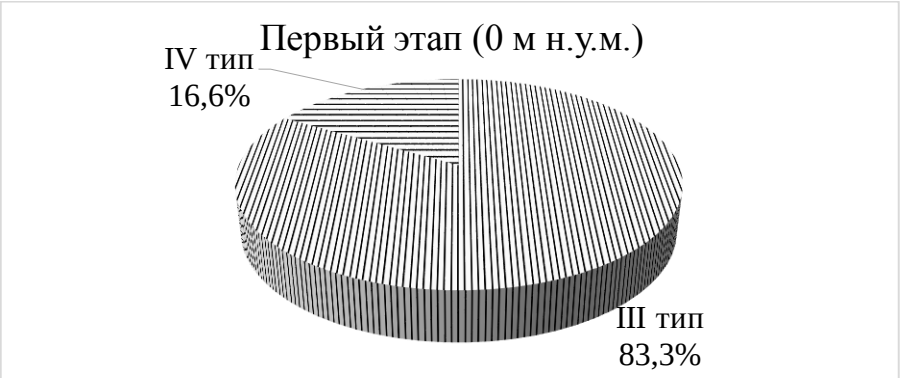


Рис. 1. Соотношение типов вегетативной регуляции обследуемых на первом этапе исследования (0 м н.у.м.)

Примечание: III тип – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции.

При этом анализ значений показателя активности регуляторных систем в соответствии со шкалой оценки Р.М. Баевского [11] выявил характерное для всех обследуемых с автономным контуром ВР соответствие критерию нормы по напряжению регуляторных систем. Вместе с тем, для обследуемых девушек с III-им и IV-ым типами ВР, занимающихся горным туризмом, выявлено соответствие границам диапазона нормативных значений показателей АД (систолическое, диастолическое) и ЧСС, характерных для данной половозрастной группы [13-16] (табл.).

Таблица

Динамика показателей КРС обследуемых девушек (n=8) на этапах исследования с учетом типологических особенностей ВР, M±m

Показатели	1 этап (0 м н.у.м.)		2 этап (2 100 м н.у.м.)		3 этап (2 100 м н.у.м.)
	III тип (83,3%)	IV тип (16,6%)	III тип (33,3%)	IV тип (66,6%)	III тип (100,0%)
ПАРС, баллы	2,3±0,58	2,4±0,74	2,67±1,15	2,7±0,71	2,5±0,55
АДс, мм рт. ст.	100,33±2,89	105,5±6,36	121,2±2,08	133,7±2,12	112,2±3,91
АДд, мм рт. ст.	67,67±7,51	72,5±2,12	81,1±1,67*	89,6±0,71▪	74,2±4,16•
ЧСС, уд/мин	73,3±12,34	75,5±0,71	87,9±1,41	90,6±8,51	80,6±5,02
SpO_2, %	98,6±0,58	98,5±0,71	97,3±0,58*	96,8±2,12▪	96,1±0,84•
Проба Штанге, с	75,1±2,12	70,7±2,87	64,4±1,45	61,5±1,15	69,4±0,98•
Проба Генчи, с	56,3±2,12	54,7±1,78	48,2±1,83	45,9±3,11	52,3±1,17

Примечание: КРС – кардио-респираторная система; ВР – вегетативная регуляция; ПАРС – показатель активности регуляторных систем; АДс – систолическое артериальное давление; АДд – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; SpO_2 – сатурация крови; III тип – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции; * – достоверность различий $p \leq 0,05$, относительно III типа ВР на 2 этапе; ▪ – достоверность различий $p \leq 0,05$, относительно IV типа ВР на 2 этапе; • – достоверность различий $p \leq 0,05$, относительно III типа ВР на 3 этапе.

Анализ параметров центральной гемодинамики обследуемых девушек соответствовал критерию «оптимальных» значений [17], что предопределяет нормотонический тип реакций ССС в условиях физической нагрузки. При этом уровень насыщения крови кислородом у всех девушек составил 98% [18]. Анализ данных нагрузочного тестирования проб Штанге (с) и Генчи (с) по данным шкалы оценки выявил характерное в 100% всех случаев исследования соответствие критерию «хорошее состояние системы внешнего дыхания» [19, 20].

Как известно, развитие гипоксической гипоксии в условиях среднегорья инициирует компенсаторное усиление симпатической регуляции, обуславливая повышение степени напряжения регуляторных систем [3, 21, 22]. На 2 этапе нашего исследования анализ значений показателей ВСР девушек в 66,6% всех случаев выявил преобладание IV-го типа ВР, в 33,3% всех случаев исследования выявлен III-ий тип ВР (рис. 2), что нашло свое отражение в повышении значений показателей ПАРС на 13,1% ($p \geq 0,05$) и 12,5% ($p \geq 0,05$) у обследуемых с III-им и IV-ым типом ВР соответственно, однако выявленные изменения не носили статистически достоверный характер.

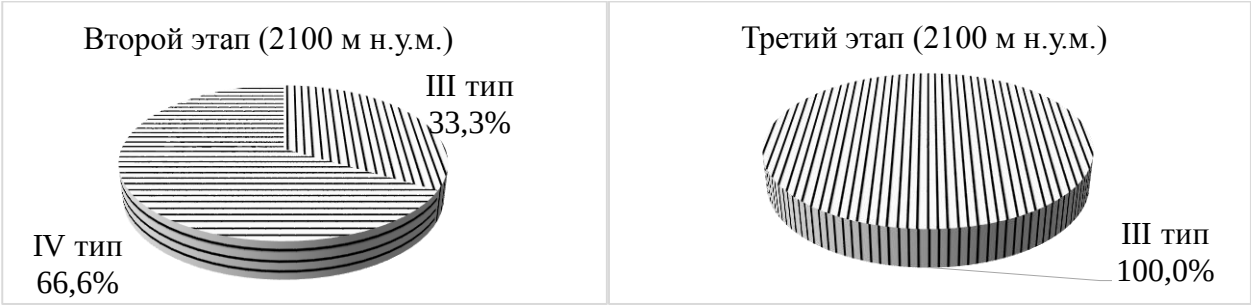


Рис. 2. Соотношение типов ВР обследуемых на втором и третьем этапах исследований
Примечание: ВР – вегетативная регуляция; III тип – умеренное преобладание автономного контура регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура регуляции.

В то же время в условиях сниженного парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе напряжение адаптационно-компенсаторных механизмов функциональных систем организма проявилось в повышении значений показателей ЧСС на 35,8% ($p \geq 0,05$) и 37,8% ($p \geq 0,05$) для обследуемых с III-им и IV-ым типом ВР соответственно. Из показателей центральной гемодинамики повысилось систолическое АД на 20,8% ($p \geq 0,05$) и 26,7% ($p \geq 0,05$) у девушек с III-им и IV-ым типом ВР соответственно. Повышение значений показателей диастолического АД составило 19,8% ($p \leq 0,05$) и 23,6% ($p \leq 0,05$) для обследуемых с умеренным и выраженным преобладанием автономного контура ВР.

Как известно, снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе обуславливает развитие дыхательной недостаточности, что нашло свое отражение в снижении значения показателя сатурации крови [23, 24]. Так, снижение значения показателя оксигенации крови составило 1,3% ($p \leq 0,05$) и 1,7% ($p \leq 0,05$) для обследуемых с умеренным и выраженным преобладанием ВР соответственно.

Анализ данных пробы Штанге выявил снижение значений показателей на 14,2% ($p \geq 0,05$) и 13% ($p \geq 0,05$) для обследуемых с III-им и IV-ым типом ВР соответственно. Показатели пробы Генчи снизились на 16,8% ($p \geq 0,05$) и 19,1% ($p \geq 0,05$) для обследуемых с III-им и IV-ым типом ВР. Вместе с тем, анализ данных функциональных проб Штанге (с) и Генчи (с) выявил соответствие критерию «хорошее функциональное состояние системы внешнего дыхания обследуемых» [19, 20].

Воздействие пониженного атмосферного давления в комплексе с пониженным парциальным давлением инициирует компенсаторно-приспособительные механизмы краткосрочной адаптации [4, 25]. Сочетанное воздействие эффектов акклиматизации к условиям измененной газовой среды и дозированной физической нагрузки радиальных выходов на 3 этапе исследования в

100% выявил умеренное преобладание автономного контура ВР у обследуемых. Снижение уровня напряжения регуляторных механизмов обследуемых отразилось на снижении значений ПАРС на 3,8% ($p \geq 0,05$), что соответствует нормальному уровню [11] состояния функциональных систем организма девушек. Анализ значений показателей центральной гемодинамики свидетельствует об эффективности кратковременной адаптации к условиям среднегорья. Так, в 100% всех случаев исследования снижение значения показателей АДс составило 7,4% ($p \geq 0,05$), АДд – 8,5% ($p \leq 0,05$), снижение значения показателя ЧСС составило 8,4% ($p \geq 0,05$) относительно второго этапа исследования. При этом, продолжительное пребывание в условиях сниженного парциального давления кислорода выявило снижение сатурации крови на 1,2% ($p \leq 0,05$) для всех обследуемых девушек. В то же время анализ данных функциональных проб Штанге и Генчи выявил повышение значений показателей на 7,7% ($p \leq 0,05$) и 8,5% ($p \geq 0,05$) соответственно, что свидетельствует об адаптации системы внешнего дыхания обследуемых девушек к условиям гипоксической гипоксии среднегорья.

Заключение. Фоновые исследования (0 м н.у.м.) девушек показали нормальное состояние регуляторных систем, что обуславливает оптимальные адаптационные возможности их организма и преобладание автономного контура ВР. В период пассивной акклиматизации (2 100 м н.у.м.) отмечено увеличение количества обследуемых с выраженным преобладанием автономного контура ВР. Процесс адаптации к условиям среднегорья обусловлен повышением степени напряжения регуляторных механизмов, что отразилось на снижении функциональных возможностей системы внешнего дыхания обследуемых девушек как с III-им, так и с IV-ым типом ВР, а у обследуемых с IV-ым типом отмечены более выраженные изменения функциональных параметров. Активация компенсаторно-приспособительных механизмов краткосрочной адаптации на 3 этапе исследования проявилось в преобладании умеренного автономного контура ВР у всех обследуемых девушек. Снижение уровня степени напряжения регуляторных систем относительно 2 этапа исследования определяет повышение адаптационных возможностей КРС, что нашло свое отражение в снижении значений показателей центральной гемодинамики и увеличении времени задержки дыхания при нагрузочном тестировании в условиях среднегорья. Таким образом, результаты исследования определяют эффективность последовательной акклиматизации в условиях среднегорья к периоду высокогорной акклиматизации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние активного отдыха в среднегорье на функциональное состояние организма спортсменов / А.В. Тимушкин, И.В. Антипов, А.В. Попов [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 2. – С. 112-122.
2. Кислицын, А.Н. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика степени напряжения функциональных резервов организма при занятиях различными видами экстремального туризма и спорта: автореф. дис. … д-ра биол. наук: 03.00.13 / Александр Николаевич Кислицин. – Москва, 2005. – 40 с.
3. Физиологические и патофизиологические аспекты краткосрочной адаптации человека к условиям среднегорья / А.Р. Киселев, Н.А. Араблинский, С.А. Миронов [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. – № 8. – С. 97-105.
4. Сапьян, Е.С. Особенности акклиматизации людей в горных районах (на примере Центрального Алтая) / Е.С. Сапьян // Географический вестник. – 2018. – № 3(46). – С. 64-74.
5. Агаджанян, Н.А. Горы и резистентность организма / Н.А. Агаджанян, М.М. Миррахимов. – М.: Наука, 1970. – С. 184.
6. Балыкин, М.В Системные и органные механизмы кислородного обеспечения организма в условиях высокогорья / М.В. Балыкин, Х.Д. Каркобатов // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2012. – № 98(1). – С. 127-136.
7. Шлык, Н.И. Индивидуальный подход к анализу тренировочного процесса по данным вариабельности сердечного ритма у легкоатлетов-бегунов в условиях среднегорья / Н.И. Шлык, А.Е. Алабужев, И.И. Шумихина // Теория и практика физической культуры. – 2017. – № 1. – С. 15-18.

8. Баевский, Р.М. Ритм сердца у спортсменов / Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянская. – М.: Изд-во «Физкультура и спорт», 1986. – 143 с.
9. Шлык, Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе методическое пособие / Н.И. Шлык. – Ижевск. Удмуртский университет, 2022. – С. 80.
10. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
11. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, А.П. Гаврилушкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 65-86.
12. Спицин, А.П. Особенности структуры сердечного ритма у лиц молодого возраста в зависимости от доминирующего типа вегетативной нервной системы / А.П. Спицин // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2017. – № 3. – С. 113-117.
13. Воронин, И.М. Артериальное давление у здоровых людей и факторы, влияющие на его уровень / И.М. Воронин, Е.А. Баженова // Вопросы современной науки и практики. – 2006. – № 4. – С. 9-16.
14. Показатели центрального артериального давления у здоровых людей различных возрастных групп / В.А. Милягин, З.М. Шпынева, Д.Е. Филичкин [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2008. – № 1. – С. 44-46.
15. Спицин, А.П Особенности центральной гемодинамики у лиц молодого возраста в зависимости от отличий фактической частоты сердечных сокращений / А.П. Спицин, Н.Е. Кушкова, Е.В. Колодкина // ЗНиСО. – 2018. – № 7. – С. 27-30.
16. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.Н. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 221 с.
17. Национальные клинические рекомендации всероссийского научного общества кардиологов. / Р.Г. Оганов, М.Н. Мамедов, Ю.В. Родионова, Н.В. Киселева. – М.: Издательство «МЕДИ Экспо», 2009. – 389 с.
18. WHO «Pulse oximetry training manual». – 2009. URL: https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/research/safe-surgery (дата обращения: 09.09.2025).
19. Воронин, Р.М. Адаптационные возможности лиц молодого возраста по результатам пробы Штанге / Р.М. Воронин // Актуальные проблемы медицины. – 2011. – № 10. – С. 173-176.
20. Сергейчик, Н.А. Оценка функционального состояния респираторной системы студентов / Н.А. Сергейчик, А.А. Жуковец // Проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях: сборник научных статей международной научно-практической заочной конференции, Гомель, 27 марта 2020 года. – Гомель: Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2020. – С. 81-82.
21. Агаджанян, Н.А. Резервы организма и экстремальный туризм / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицын. – М.: Просветитель, 2002. – 302 с.
22. Гипоксия и индивидуальные особенности реактивности / В.А. Березовский, К.А. Бойко, К.С. Клименко [и др.]. – Киев, 1978. – 215 с.
23. Чучалин, А.Г. Респираторная медицина: руководство / А.Г. Чучалин. – М.: Литтерра, 2017. – 464 с.
24. Hypoxemia in healthy subjects at moderate altitude / R.L Wiseman, M.P. Kelly, M.P. Swanney [et al.] // Aviation, space, and environmental medicine. – 2013. – No. 84(1). – P. 22-26.
25. Агаджанян, Н.А. Особенности реакций организма горных туристов на воздействие различных экстремальных факторов / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицин // Вестник восстановительной медицины. – 2005. – № 11. – С. 78-82.

REFERENCES

1. Timushkin A.V., Antipov I.V., Popov A.V. et al. Impact of outdoor activities in the middle mountains on athletes' functional status. *Ulyanovsk Medico-biological Journal*, 2020, no. 2, pp. 112-122. (in Russ.)
2. Kislitsyn A.N. Comparative ecological and physiological characteristics of the degree of tension of the functional reserves of the body in various types of extreme tourism and sports: an author's abstract. Moscow, 2005, 40 p. (in Russ.)
3. Kiselev A.R., Arablinskij N.A., Mironov S.A. et al. Physiological and pathophysiological aspects of short-term middle-altitude adaptation in humans. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2022, no. 8, pp. 97-105. (in Russ.)
4. Sapyan E.S. Features of human acclimatization in mountain areas (a case study of the Central Altai). *Geographical Bulletin*, 2018, no. 3(46), pp. 64-74. (in Russ.)
5. Agadzhanyan N.A., Mirrakhimov M.M. Mountains and the body's resistance. Moscow: Nauka, 1970. p. 184. (in Russ.)
6. Balykin M.V., Karkobatov Kh.D. Systemic and organ mechanisms of the organism oxygen supply in high altitude. *Russian Journal of Physiology*, 2012, no. 98(1), pp. 127-136. (in Russ.)
7. Shlyk N.I, Alabuzhev A.E., Shumikhina I.I. Individual approach to training process analysis based on heart rate variability data of track athletes in middle altitude conditions. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2017, no. 1, pp. 15-18. (in Russ.)
8. Baevskij R.M., Motylyanskaya R.E. Heart rate in athletes. Moscow: Fizicheskaya kul'tura i sport, 1986, 143 p. (in Russ.)
9. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods for its identification in athletes in the training process: a methodological manual. Izhevsk: Udmurt University, 2022. p. 80. (in Russ.)
10. Gavrilova E.A. Sport, stress, variability: a monograph. Moscow: Sport, 2015. p. 168. (in Russ.)
11. Baevskij R.M., Ivanov G.G., Gavrilushkin A.P. et al. Analysis of heart rate variability using various

electrocardiographic systems (part 1). *Journal of Arrhythmology*, 2002, no. 24, pp. 65-86. (in Russ.)
12. Spitsin A.P. Peculiarities of heart rate structure in young persons depending on the dominant type of the vegetative nervous system. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*, 2017, no. 3, pp. 113-117. (in Russ.)
13. Voronin I.M., Bazhenova E.A. Arterial Tension of Healthy People and Factors Influencing its Level. *Problems of Contemporary Science and Practice*, 2006, no. 4, pp. 9-16. (in Russ.)
14. Milyagin V.A. et al. Central arterial pressure indicators in healthy people of different age groups. *Vestnik of the SSMA*, 2008, no. 1, pp. 44-46. (in Russ.)
15. Spitsyn A.P., Kushkova N.E., Kolodkina E.V. Features of central hemodynamics of young adults depending on variations of actual heart rate. *Public Health and Life Environment – PH&LE*, 2018, no. 7, pp. 27-30. (in Russ.)
16. Baevskij R.M., Kirillov O.N., Kletskin S.Z. Mathematical analysis of changes in heart rate under stress. Moscow: Nauka, 1984. 221 p. (in Russ.)
17. Oganov R.G., Mamedov M.N. et al. National clinical guidelines of the All-Russian Scientific Society of Cardiologists. Moscow: Publishing House "MEDI Expo", 2009. 389 p. (in Russ.)
18. WHO. Pulse oximetry training manual, 2009. Available at: https://www.who.int/teams/integrated-health-services/patient-safety/research/safe-surgery (accessed: 09.09.2025).
19. Voronin R.M. Adaptation possibilities at persons of young age by results of Stange test. *Actual problems of medicine*, 2011, no. 10, pp. 173-176. (in Russ.)
20. Sergejchik N.A., Zhukovets A.A. Assessment of the functional state of the respiratory system of students. Problems of Physical Culture and Sports in Modern Socio-Economic Conditions: collection of scientific articles from the International Scientific and Practical Correspondence Conference (Gomel, March 27, 2020). Gomel: Belarusian Trade and Economics University of Consumer Cooperatives, 2020. pp. 81-82. (in Russ.)
21. Agadzhanyan N.A., Kislitsyn A.N. Body reserves and extreme tourism. Moscow: Prosvetitel', 2002. 302 p. (in Russ.)
22. Berezovskij V.A., Bojko K.A., Klimenko K.S. et al. Hypoxia and individual characteristics of reactivity. Kyiv, 1978. 215 p. (in Russ.)
23. Chuchalin A.G. Respiratory medicine: manual. Moscow: Litterra, 2017, P. 464. (in Russ.)
24. Wiseman R.L., Kelly P.T., Swanney M.P. et al. Hypoxemia in healthy subjects at moderate altitude. *Aviation, space, and environmental medicine*, 2013, no. 84(1), pp. 22-26.
25. Agadzhanyan N.A., Kislitsin A.N. Peculiarities of reactions of the organism of mountain tourists to the impact of various extreme factors. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2005, no. 11, pp. 78-82. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Татьяна Анатольевна Жмурова – кандидат биологических наук, доцент, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: tazhmurova@mail.sewsu.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель Центра медико-биологических технологий, ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА», Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Сергей Михайлович Рябцев – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Физвоспитание и спорт», ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, e-mail: smrybtsev@mail.ru.
Татьяна Сергеевна Морозова – аспирант, преподаватель, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, e-mail: tsmorozova@mail.sewsu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Tatyana A. Zhmurova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tazhmurova@mail.sewsu.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Sergej M. Ryabtsev – Doctor of Biology Sciences, Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: smryabtsev@mail.sewsu.ru.
Tatyana S. Morozova – Postgraduate Student, Lecturer, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tsmorozova@mail.sewsu.ru.

Для цитирования: Адаптационные возможности кардио-респираторной системы девушек, занимающихся горным туризмом, в условиях среднегорья / Т.А. Жмурова, Ю.В. Корягина, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_5

For citation: Zhmurova T.A., Koryagina Yu.V., Ryabtsev S.M., Morozova T.S. Adaptive capabilities of the cardiorespiratory system of girls engaged in mountain tourism in the mid-mountain conditions. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_5

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_6
УДК 616-072.85:[796.534 – 055.2: 796.015.576]

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_6
UDC 616-072.85:[796.534 – 055.2: 796.015.576]

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗМА ДЕВУШЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ГОРНЫМ ТУРИЗМОМ, В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ С УЧЕТОМ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Т.А. Жмурова[1], Ю.В. Корягина[2], С.М. Рябцев[1], Т.С. Морозова[1]
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Актуальность проведения настоящего исследования определена недостаточной изученностью адаптационных возможностей функциональных систем организма девушек, занимающихся туризмом в условиях высокогорья, в том числе с учетом типа вегетативной регуляции. ***Методы.*** В исследовании приняли участие девушки (n=5), занимающиеся горным туризмом в спортивном клубе и ранее не совершавшие высокогорных восхождений. Адаптационные возможности организма девушек исследовали по параметрам вариабельности ритма сердца, спирометрии, с использованием методик психофизиологического тестирования. ***Результаты.*** Анализ полученных данных, в зависимости от преобладающего типа регуляции, выявил особенности адаптационно-приспособительных реакций обследуемых при физической нагрузке в условиях высокогорного климата. Так, у девушек с I-ым типом регуляции выявлено увеличение дыхательного объема и доли низкочастотных волн в спектре вариабельности сердечного ритма. Оптимальные адаптационные возможности респираторной системы выявлены у девушек с III-им типом регуляции. ***Заключение.*** Умеренное преобладание центрального контура вегетативной регуляции выявлено у девушек на 2 этапе в 80% случаев, а на 3 этапе в 100%, что определяет напряжение адаптационных возможностей их организма.
Ключевые слова: адаптация, гипоксия, вегетативная регуляция, вариабельность сердечного ритма, спирометрия, компонентный состав тела, экстраверсия, нейротизм, тревожность, высокогорный климат, девушки.

ADAPTATION POTENTIAL OF THE BODY OF GIRLS ENGAGED IN EXTREME MOUNTAIN TOURISM, TAKING INTO ACCOUNT THE TYPOLOGICAL FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION

T.A. Zhmurova[1], Yu.V. Koryagina[2], S.M. Ryabtsev[1], T.S. Morozova[1]
[1]Sevastopol State University, Sevastopol, Russia
[2]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The relevance of this research is determined by the insufficient state of knowledge on the adaptive capacity of the functional systems of the body of young women engaged in tourism in the high altitude conditions, taking into account the type of autonomic regulation. ***Methods.*** The study involved girls (n=5) from the main health group who were engaged in mountain tourism in a sports club and had not previously performed high-altitude ascents. The body's adaptability was assessed using the parameters of heart rate variability, spirometry and psychophysiological testing methods. ***Results.*** The analysis of the obtained data, depending on the prevailing type of autonomic regulation, revealed the features of the adaptive and compensatory responses of the examined girls under physical stress in a high-altitude climate. Thus, the examined girls with the I type of autonomic regulation had an increase of respiratory volume and share of low-frequency waves in the heart rate variability spectrum. Optimal adaptive capabilities of the respiratory system were found in the girls with the III type. ***Conclusion.*** Moderate predominance of the central autonomic regulation contour was identified in 80% of the subjects at the second stage, and in 100% at the third stage, determining stress of adaptive capabilities of their bodies.
Keywords: adaptation, hypoxia, autonomic regulation, heart rate variability, spirometry, body composition, extroversion, neuroticism, anxiety, high-altitude climate, girls.

Введение. Анализ механизмов адаптации человека к условиям высокогорья остается актуальной задачей исследователей на протяжении не одного десятилетия [1-3]. Вследствие растущей доступности экстремального спорта в нем участвуют люди с различными исходными данными, при этом различия в их адаптационном потенциале, в свою очередь, обуславливают неодинаковые приспособительные реакции и вызывают существенные функциональные перестройки организма в ответ на экстремальные условия. Вместе с тем, интенсивность ответа функциональных систем на экстремальные воздействия во многом зависит от индивидуальных характеристик высшей нервной деятельности человека, что обуславливает уровень физиологической «цены» адаптации и определяет критерий готовности функциональных систем организма к предъявляемой физической нагрузке в экстремальных условиях [4-10]. Актуальность проведения настоящего исследования определена недостаточной изученностью адаптационных возможностей функциональных систем организма девушек, занимающихся туризмом в условиях высокогорья, в том числе с учетом типа вегетативной регуляции (ВР).

Таким образом, цель настоящей работы – определить адаптационные возможности девушек-туристок в условиях высокогорья с учетом их вегетативного статуса.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие студенты (21,3±0,3 года), девушки (n=5) основной группы здоровья, занимающиеся горным туризмом в спортивном клубе Севастопольского государственного университета на протяжении 1,5-2 лет и ранее не совершавшие высокогорных восхождений. На момент проведения исследований все девушки находились в фолликулярной фазе менструального цикла. Участие в настоящем исследовании осуществлялось на основе добровольного письменного информированного согласия, в соответствии с требованиями международных стандартов этических норм Хельсинской декларации (2024) и Директивы европейского сообщества 2024/1760.

Эксперимент включал несколько этапов различной продолжительности, исследования проводились по завершении каждого этапа.

1 этап (констатирующий, 0 м н.у.м.) – исследования психофункционального состояния проводили на базе Севастопольского государственного университета в условиях, соответствующих требованиям безопасности во время выполнения исследовательских работ и действующим СанПиН.

2 этап (3 900 м н.у.м.) – период адаптации к условиям высокогорья продолжительностью двое суток включал пешие подъемы на высоты с последующим возвращением в базовый лагерь (БЛ), подъемы определяли достижение высот 4 100 м и 4 750 м н.у.м. в первые и вторые сутки соответственно. Этап начинался после периода акклиматизации в условиях среднегорного климата продолжительностью 5 суток, включавших радиальные походы с набором высоты до 2 500 м н.у.м.

3 этап – период высокогорного восхождения (5 100 м н.у.м.), продолжительностью одни сутки, исследование проводились по возвращению в БЛ (3 900 м н.у.м.).

Оценка антропометрических данных, компонентного состава тела и телосложения проводилась биоимпедансным методом с использованием аппаратно-программного комплекса (АПК) «InBody-270», оценка психофизиологического и функционального состояния организма проводилась с применением АПК «НС-Психотест», «Поли-Спектр.NET» (ООО «Нейрософт», Россия), АПК «Валента» (г. Санкт-Петербург, Россия) по общепринятым методикам.

С помощью пакета стандартных статистических программ Statistica 14.1.0 проводили расчет значений среднего арифметического (M) и стандартной ошибки среднего арифметического (m). Математическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента, оценка достоверности различий выборки проводилась с применением непараметрического U-критерия Вилкоксона.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ данных компонентного состава тела обследуемых девушек на 1 этапе выявил соответствие норме по большинству показателей (табл. 1).

Таблица 1

Значения показателей параметров антропометрии, компонентного состава тела и телосложения обследуемых (n=5) на 1 этапе (0 м н.у.м.)

Значение показателя	Показатель						
	Рост, см	Вес, кг	Масса скелетной мускулатуры, кг	Содержание жира, кг	Общее кол-во воды, л	Индекс массы тела, кг/м^2	Общая оценка InBody, балл
M	163,1	57,6	24,0	13,8	32,08	21,5	78,6
m	7,2	7,4	3,9	2,1	5,0	1,8	5,7

Примечание: M – среднее значение показателя, m – ошибка среднего значения.

Анализ данных психологического тестирования с использованием методик Айзенка Г.В., Спилбергера Ч.Д., Тейлора Дж. выявил уровень градации «амбиверсия» (12 баллов) и «умеренную устойчивость» (10 баллов) психоэмоционального состояния девушек в 60% всех случаев по данным оценочных шкал «Экстраверсия – Интроверсия» и «Нейротизм», соответственно. Характерным (60% всех случаев) для обследуемых выявлен «средний» уровень ситуативной (31 баллов) и личностной (33 баллов) тревожности, в соответствии с оценкой шкалы «Тревожность» [11]. Вместе с тем, особенности свойств высшей нервной деятельности, отражая уровень функционального состояния центральной нервной системы, определяют регуляцию сердечного выброса [6, 12, 13]. Так, анализ значений показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР), в соответствии с классификацией типа [14], выявил в 80% всех случаев преобладание автономного контура регуляции у обследуемых девушек, при этом соотношение умеренного и выраженного преобладания автономного контура ВР ритма сердца составило 20% и 60% всех случаев соответственно. Умеренное преобладание центрального контура автономной регуляции отмечено в 20% всех случаев.

Кроме того, значимость уровня взаимодействия отдельных звеньев нейрогуморальной регуляции в управлении сердечным ритмом подчеркивают авторы Баевский Р.М. (2001), Шлык Н.И. (1991, 2022), Гаврилова Е.А. (2014, 2015) [14-18]. Так, в настоящих исследованиях оптимальное соотношение доли вклада частотных составляющих спектральной мощности, где HF<LF<VLF, выявлено у девушек с IV-ым типом ВР. У обследуемых девушек с III-им типом ВР выявлено соотношение доли вклада частотных составляющих где LF<HF<VLF, что в состоянии относительного покоя характерно при повышении влияния симпатического отдела в ВР функций (табл. 2).

При этом следует отметить, что повышение доли вклада мощности LF-волны у девушек выявлено на фоне повышения значения показателя общей спектральной мощности относительно нормативных значений, характерных для данной половозрастной группы [14, 19, 20] и нередко встречается у спортсменов и физически тренированных лиц [17, 20]. Таким образом, мощность доли вклада высокочастотных волн в общей структуре спектра и «физиологический» тип ВР, что характерно для девушек с преобладанием автономного контура ВР, соответствуют уровню «нормы» состояния регуляторных систем организма [20-24] и отражаются в значениях показателей индекса напряжения обследуемых с III-им и IV-ым типом ВР на констатирующем этапе (табл. 2). Вместе с тем, анализ объемно-временных показателей системы внешнего дыхания девушек с преобладанием автономного контура ВР выявил в 100% всех случаев соответствие границам диапазона физиологической нормы, характерной для данной половозрастной группы [25-27]. У обследуемых с умеренным преобладанием центрального контура ВР выявлены снижение значения показателя общей спектральной мощности на 35% [14, 19, 20] и смещение вегетативного баланса в сторону активации симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что свидетельствует о повышении уровня степени

напряжения регуляторных механизмов функциональных систем. Показатели системы внешнего дыхания девушек с I-ым типом ВР соответствовали условной норме: ЖЕЛ, форсированная ЖЕЛ и $ОФВ_1$ не превышали 90% должных от значений [25-27] (табл. 2).

Таблица 2

Динамика показателей кардио-респираторной системы девушек на этапах исследования с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции, M±m

Показатель	1 этап (0 м н.у.м.)			2 этап (3 900 м н.у.м.)		3 этап (5 100-3 900 м н.у.м.)
	I тип (20%)	III тип (20%)	IV тип (60%)	I тип (80%)	III тип (20%)	I тип (100%)
SI, усл.ед.	113,4±1,1	33,3±1,6	21,7±2,1	175,4±1,8••	95,0±1,7**	248,2±1,4▲▲
TP, $мс^2$	2286,0±2,4	6176,5±6,3	7252,1±5,8	1116,8±1,7•	2860,2±2,7*	859±1,4▲
HF, %	21,0±4,4	38,1±5,2	43,4±4,2	14,6±3,6••	25,8±3,4**	8,3±1,1▲▲
LF, %	37,2±3,4	40,6±4,3	33,7±7,8	41,7±4,1	45,4±4,2	47,4±1,4▲▲
VLF, %	41,8±1,4	21,3±1,5	22,9±3,7	43,7±1,6	28,8±1,7	45,3±1,3▲
ЖЕЛ, л	3,15±0,16	3,86±0,17	3,80±0,14	4,1±0,17	5,63±1,1	4,56±0,16
РОвд, л	1,42±0,05	1,50±0,05	1,54±0,07	2,63±0,04	1,37±0,04	2,0±0,05
РОвыд, л	1,21±0,06	1,72±0,03	1,63±0,02	1,52±0,07	1,86±0,02	1,75±0,06
ДО, л	0,52±0,02	0,64±0,05	0,63±0,27	0,68±0,07	2,4±0,06	0,75±0,04
ФЖЕЛ, л/мин	2,84±0,04	3,48±0,07	3,56±0,06	3,71±0,03	5,26±0,06	4,17±0,07
$ОФВ_1$, л/с	2,67±0,06	2,95±0,09	2,51±0,03	3,07±0,05	3,71±0,03	4,0±0,02
МОД, л/мин	9,4±0,29	9,8±0,21	10,1±0,18	16,3±0,16••	42,8±3,3**	19,7±0,13
ЧДД, ц/мин	18,2±2,07	15,3±2,27	16,1±1,9	24,1±2,5	17,7±2,4	26,3±2,11

Примечание: M – среднее значение показателя; m – ошибка среднего значения; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; РОвд – резервный объем вдоха; РОвыд – резервный объем выдоха; ДО – дыхательный объем; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; $ОФВ_1$ – объем форсированного выдоха в первую секунду; МОД – минутный объем дыхания; ЧДД – частота дыхательных движений; SI – индекс напряжения; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн «очень» низкой частоты; I тип – умеренное преобладание центрального контура вегетативной регуляции; III тип – умеренное преобладание автономного контура вегетативной регуляции; IV тип – выраженное преобладание автономного контура вегетативной регуляции; • – достоверность различий; $p_{1-2} \leq 0,05$ значений I типа; •• – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,01$ значений I типа; * – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,05$ значений III типа; ** – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,01$ значений III типа; ▲ – достоверность различий $p_{2-3} \leq 0,05$ значений I типа; ▲▲ – достоверность различий $p_{2-3} \leq 0,01$ значений I типа.

Кардио-респираторная система общепризнанно служит ключевым показателем, отражающим адаптационный потенциал и способность организма к эффективному приспособлению при изменяющихся параметрах внешней и/или внутренней среды [1, 5]. Вместе с тем, индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности определяют интенсивность реакций функциональных систем организма в ответ на факторы экстремального воздействия [7-10]. На 2 этапе исследований выявлено умеренное преобладание центрального и автономного контура ВР в 80% и 20% всех случаев. При этом, для обследуемых как с I-ым, так и с III-им типом ВР характерным выявлен «высокий» уровень ситуативной и личностной тревожности (40 и 36 баллов соответственно), и уровень градации «неустойчивость» психоэмоционального состояния (20 и 16 баллов), что определяет повышение уровня степени психоэмоционального напряжения девушек и обуславливает увеличение количества обследуемых с умеренным преобладанием центрального контура регуляции.

При физической нагрузке в условиях высокогорного климата у обследуемых

девушек как с I-ым, так и с III-им типом ВР выявлено снижение значений показателей доли вклада мощности высокочастотных волн на 30,4% ($p \leq 0,01$) и 32,2% ($p \leq 0,01$), общей спектральной мощности на 51,1% ($p \leq 0,05$) и 53,6% ($p \leq 0,05$) соответственно относительно констатирующего этапа, что отразилось в повышении параметра индекса напряжения у всех обследуемых (рис.).

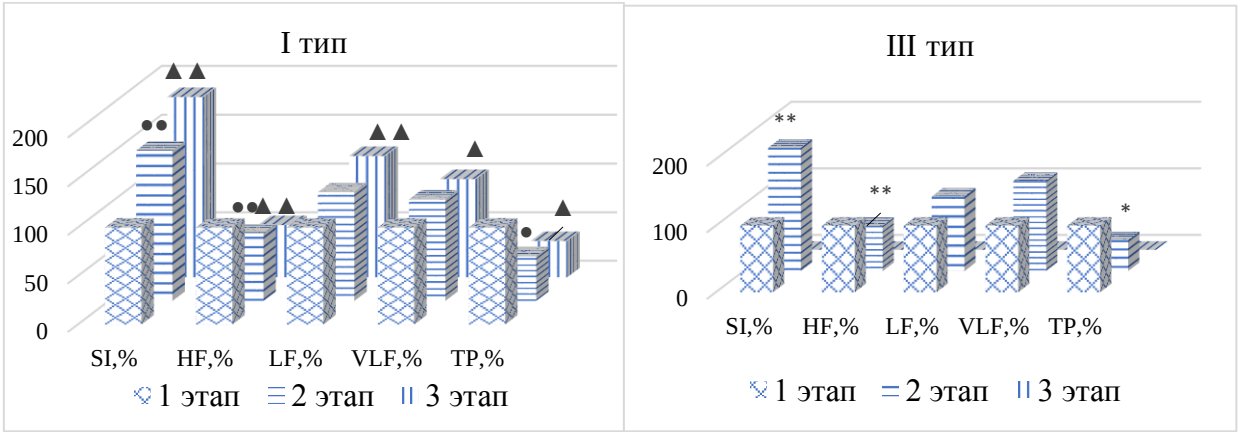


Рис. Динамика показателей степени напряжения регуляторных систем, соотношения доли вклада частотных составляющих и общей спектральной мощности ВСР на этапах исследования с учетом преобладающего типа вегетативной регуляции относительно констатирующего этапа, %

Примечание: ВСР – вариабельность сердечного ритма; SI – индекс напряжения; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн «очень» низкой частоты; TP – общая спектральная мощность; * – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,05$ значений III типа; ** – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,01$ значений III типа; • – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,05$ значений I типа; •• – достоверность различий $p_{1-2} \leq 0,05$ значений I типа; ▲ – достоверность различий $p_{2-3} \leq 0,05$ значений I типа; ▲▲ – достоверность различий $p_{2-3} \leq 0,01$ значений I типа.

Детальный анализ параметров спектральной мощности ВРС девушек с I-ым типом выявил повышение значений показателей низко- и «очень» низкочастотных параметров относительно констатирующего этапа, при этом, соотношение доли вклада мощности составляло VLF<LF<HF, у обследуемых с III-им типом ВР соотношение долей вклада составляло LF<VLF<HF, что определяет у всех обследуемых девушек увеличение церебрально-эрготропного влияния в регуляции сердечного ритма при физической нагрузке в условиях высокогорья.

Общеизвестно, что адаптация организма к условиям гипобарической гипоксии и сохранение вегетативного равновесия в условиях развития эффектов гипокапнии при физической нагрузке в условиях высокогорья определяют повышение уровня степени напряжения регуляторных механизмов системы внешнего дыхания [1, 4, 5, 7-10, 28-30]. Анализ параметров системы внешнего дыхания обследуемых на 2 этапе исследований выявил различный характер адаптационно-приспособительных реакций у обследуемых в зависимости от преобладающего типа ВР. Так, характерным для всех обследуемых выявлено повышение легочной вентиляции и мощности дыхательной мускулатуры (табл. 2), однако эффективность адаптационных возможностей более выражена у девушек с III-им типом ВР. Так, отмечено повышение значения показателя МОД почти в 2,5 раза ($p \leq 0,01$) относительно констатирующего этапа, также характерным для девушек с III-им типом выявлено смещение дыхательного цикла в экспираторную фазу. При этом незначительное повышение значения показателя частоты дыхательных движений (15,6%, $p \geq 0,05$) в условиях высокогорного климата определяет достаточно оптимальные адаптационные возможности респираторной системы девушек с преобладанием автономного контура ВР. Вместе с тем, у

девушек с I-ым типом ВР было выявлено смещение компонентов ЖЕЛ в сторону вдоха, что обусловлено снижением резервного объема выдоха (22,3%, p≥0,05), повышением параметра РО вдоха (47,9%, p≥0,05) и частоты дыхательных движений (26,5%, p≥0,05) относительно значений показателей девушек с III-им типом ВР на 2 этапе исследований. Таким образом, выявленные характеристики функциональной системы девушек с умеренным преобладанием центрального контура регуляции являются лимитирующим фактором адаптационно-приспособительных возможностей при физической нагрузке в условиях высокогорья.

На 3 этапе исследования при достижении высоты восхождения в 5 100 м н.у.м. установлено увеличение количества девушек с умеренным преобладанием центрального контура регуляции до 100%. Уровень личностной тревожности при этом составил 40 баллов, а ситуативной – 44 балла. Неоптимальное психофизиологическое состояние девушек, на наш взгляд, было вызвано непродолжительным периодом акклиматизации в сочетании с развитием симптомокомплекса горной болезни и сложными метеорологическими условиями.

Заключение. Экспериментальные условия предусматривали участие всех девушек в восхождении на г. Эльбрус, причем успешное достижение вершины на высоте 5 642 м н.у.м. зависело от взаимодействия психического состояния и физиологических резервов организма, которые определяли, как оптимальный уровень потенциала адаптации. На 1 этапе исследований 80% девушек имели оптимальное функциональное состояние адаптационных систем организма. В условиях кислородной недостаточности на 2 этапе исследований у 80% девушек установлено умеренное преобладание центрального контура регуляции. Таким образом, недостаточный для оптимального уровень готовности физиологических систем организма обуславливает низкий уровень адаптационных возможностей к проявлению устойчивости к развитию процесса утомления при физической нагрузке в условиях высокогорья. На 3 этапе исследований у 100% девушек при достижении высоты 5 100 м н.у.м. выявлена низкая эффективность адаптационных возможностей, что определяет недостаточный адаптационный потенциал обследуемых для данных условий.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Резервы организма и экстремальный туризм / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицин. – М.: Просветитель, 2002. – 302 с.
2. Групповые и индивидуальные стратегии адаптации человека к условиям высокогорного восхождения / С.Н. Литвиненко, В.Б. Войнов, К.В. Двадненко, Е.А. Черногубова // Теория и практика экстремальных и прикладных видов спорта. – 2010. – № 3(18). – С. 68-70.
3. Айдаралиев, А.А. Адаптация человека к экстремальным условиям / А.А. Айдаралиев, А.Л. Максимов. – Л.: Наука, 1988. – 286 с.
4. Агаджанян, Н.А. Особенности реакций организма горных туристов на воздействие различных экстремальных факторов / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицин // Вестник восстановительной медицины. – 2005. – № 11. – С. 78-82.
5. Характеристика некоторых психофизиологических реакций человека при спортивной экстремальной рекреации в высокогорных условиях / А.П. Квашин, С.М. Рябцев, М.В. Сизова, С.А. Балаклейцев // Актуальные проблемы восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии. – 2006. – С. 119-120.
6. Психофизиологическая характеристика студентов, занимающихся пешим туризмом, с учетом типа вегетативной регуляции / Т.А. Жмурова, О.Ю. Рябцева, С.М. Рябцев, Ю.В. Корягина // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т.4. – № 2(14).
7. Квашин, А.П. Физиологическая характеристика оздоровительных и экстремальных видов спортивной деятельности в условиях среднегорья и высокогорья: дис. … канд. биол. наук / Александр Павлович Квашин. – Москва, 2008. – 142 с.
8. Рябцев, С.М. Адаптационный потенциал психофизиологического и функционального состояния организма студентов в условиях гипобарической гипоксии / С.М. Рябцев, Т.А.

Жмурова // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4(3). – С. 125-131.
9. Кислицин, А.Н. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика степени напряжения функциональных резервов организма при занятиях различными видами экстремального туризма и спорта: дис. … д-ра биол. наук / Александр Николаевич Кислицин. – Москва, 2005. – 296 с.
10. Жмурова, Т.А. Оценка психофизиологического и функционального состояния организма, занимающихся рекреационным скалолазанием / Т.А. Жмурова, С.М. Рябцев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. – 2024. – № 10(76). – С. 76-86.
11. Мантрова, И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново: Нейрософт, 2007. – 216 с.
12. Cardiovascular and autonomic reactivity to psychological stress: Neurophysiological substrates and links to cardiovascular disease / A.T. Ginty, T.E. Kraunak, J.P. Fisher, P.J. Gianaros // Auton. Neurosci. – 2017. – No. 207. – P. 2-9.
13. Deciphering the neural signature of human cardiovascular regulation / J. Manel, N. Farber, D.A. Gerlach [et al.] // Life. – 2020. – No. 9. – P. e55316.
14. Шлык, Н.И. Вариабельность сердечного ритма и методы ее определения у спортсменов в тренировочном процессе: метод. пособие / Н.И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский университет, 2022. – 80 с.
15. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – 20 с.
16. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей / Н.И. Шлык. – Ижевск: филиал изд-ва Нижегородского университета, 1991. – 418 с.
17. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб: изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
18. Гаврилова, Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография / Е.А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 168 с.
19. Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества стимуляции и электрофизиологии. – СПб.: ин-т кардиол. техники, 2000. – 45 с.
20. Шлык, Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма к тренировочной и спортивной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма) / Н.И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – № 4. – С. 5-15.
21. Гаврилова, Е.А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешной спортивной деятельности / Е.А. Гаврилова // Практическая медицина. – 2005. – № 3-1(88). – С. 52-58.
22. Мальцев, В.П. Функциональное состояние и адаптационные резервы организма студентов в зависимости от типа вегетативной регуляции / В.П. Мальцев, А.А. Говорухина, О.А. Мальков // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». – 2023. – № 4(72). – С. 36-46.
23. Викулов, А.Д. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов / А.Д. Викулов, А.Д. Немиров, Е.А. Ларионова // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 6. – С. 54-59.
24. Assessment of autonomic function in human by heart rate spectral analysis / B. Pomeranz., R.J. Macauly, M.A. Caudill [et al.] // Am. J. Phisiol. – 1985. – No. 246. – P. 151-153.
25. Каменева, М.Ю. Спирометрия: как оценить результаты? / М.Ю. Каменева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2022. – № 83. – С. 91-99.
26. Шик, Л.Л. Руководство по клинической физиологии дыхания / Л.Л. Шик, Н.Н. Канаев. – Л.: Наука,1980. – 324 с.
27. ERS Global Lung Function Initiative. Multiethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations / P.H. Quanjer, S. Stanojevic, T.J. Cole [et al.] // Eur Respir J. – 2012. – No. 40(6). – P. 1324-1343. DOI: 10.1183/09031936.00080312.
28. К пониманию механизмов адаптации человека к условиям высокогорья / Е.В. Вербицкий, В.Б. Войнов, С.Н. Литвиненко [и др.] // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2012. – № 3. – С. 45-53.
29. Бреслав, И.С. Дыхание и работоспособность человека в горных условиях / И.С. Бреслав, А.С. Иванов. – Алма-Ата: Гылым, 1990. – 256 с.
30. Сравнительная характеристика гипоксии, развивающейся при мышечной деятельности, и гипоксической гипоксии в горах / М.М. Филиппов, М.В. Балыкин, В.Н. Ильин [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – № 4. – С. 86-95.

REFERENCES

1. Agadzhanyan N.A., Kislitsin A.N. Body reserves and extreme tourism. Moscow: Prosvetitel’, 2002. 302 p. (in Russ.)
2. Litvinenko S.N., Vojnov V.B., Dvadnenko K.V., Chernogubova E.A. Group and individual strategies

of adaptation to terms of mountaineering. *Teoriya i praktika prikladnykh i ekstremal'nykh vidov sporta,* 2010, no. 3(18), pp. 68-70. (in Russ.)
3. Ajdaraliev A.A., Maksimov A.L. Human adaptation to extreme conditions. Leningrad: Nauka, 1988. 286 p. (in Russ.)
4. Agadzhanyan N.A., Kislitsin A.N., Peculiarities of reactions of the organism of mountain tourists to the impact of various extreme factors. *Bulletin of Rehabilitation Medicine,* 2005, no. 11, pp. 78-82. (in Russ.)
5. Kvashin A.V, Ryabtsev S.M, Sizova M.V., Bakalejtsev S.A. Description of some psychophysiological responses of a person during sports extreme recreation in high mountain conditions. Relevant Problems of Restorative Medicine, Resortology and Physiotherapy. Moscow, 2006. pp. 119-120. (in Russ.)
6. Zhmurova T.A., Ryabtseva O.Yu., Ryabtsev S.M., Koryagina Yu.V. Psychophysiological characteristics of students engaged in hiking taking into account the typological features of heart rate variability. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training,* 2025, vol. 4, no. 2(14), pp. 11-16. (in Russ.)
7. Kvashin A.P. Physiological characteristics of health and extreme sports activities in mid-mountain and high-mountain conditions: an author's dissertation. Moscow, 2008. 142 p. (in Russ.)
8. Ryabtsev S.M., Zhmurova T.A. Adaptive potential of the psychophysiological and functional state of the body of students in conditions of hypobaric hypoxia. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, no. 4(3), vol. 8, pp. 125-131. (in Russ.)
9. Kislitsyn A.N. Comparative ecological and physiological characteristics of the degree of tension of the body's functional reserves during various types of extreme tourism and sports: an author's dissertation. Moscow, 2005. 296 p. (in Russ.)
10. Zhmurova T.A., Ryabtsev S.M. Assessment of the psychophysiological and functional state of the body of students engaged in recreational rock climbing. *Scientific notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2024, no. 1, vol. 10(76), pp. 76-86. (in Russ.)
11. Mantrova I.N. Methodological guide to psychophysiological and psychological diagnostics. Ivanovo: Neurosoft, 2007. 216 p. (in Russ.)
12. Ginty A.T., Kraunak T.E., Fisher J.P., Gianaros P.J. Cardiovascular and autonomic reactivity to psychological stress: Neurophysiological substrates and links to cardiovascular disease. *Auton. Neurosci*, 2017, no. 207, pp. 2-9.
13. Manuel J., Färber N., Gerlach D.A. et al. Deciphering the neural signature of human cardiovascular regulation. *Life*, 2020, no. 9, p. e55316.
14. Shlyk N.I. Heart rate variability and methods of its determination in athletes during the training process: a methodical manual. Izhevsk: Udmurt University, 2022. 80 p. (in Russ.)
15. Baevskij R.M., Ivanov G.G. Cardiac rhythm variability: the theoretical aspects and the opportunities of clinical application (lecture). *Ultrasound and Functional Diagnostics*, 2001, no. 3, 20 p. (in Russ.)
16. Shlyk N.I. Heart rhythm and central hemodynamics in children during physical activity. Izhevsk: Branch of the publishing house of the Nizhny Novgorod University, 1991. 418 p. (in Russ.)
17. Gavrilova E.A. Rhythmocardiography in sports: a monograph. Saint Petersburg: publishing house of the I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, 2014. 164 p. (in Russ.)
18. Gavrilova E.A. Sport, stress, variability: a monograph. Moscow: Sport, 2015. 168 p. (in Russ.)
19. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Translated into Russian. Saint Petersburg: Institute of Cardiological Technology, 2000. 45 p. (in Russ.)
20. Shlyk N.I. Express-evaluation of the functional readiness of athletes' organism for training and competitive activities (according to the analysis of heart rate variability). *Science and sport: current trends*, 2015, no. 4, vol. 9, pp. 5-15. (in Russ.)
21. Gavrilova E.A. Using heart rate variability in the assessment of the success the activities in the sport. *Practical medicine,* 2005, no. 3-1(88), pp. 52-58. (in Russ.)
22. Mal'tsev V.P. Functional state and adaptation reserves of students with different types of vegetative regulation. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology,* 2023, no. 4(72), pp. 36-46. (in Russ.)
23. Vikulov A.D., Nemirov A.D., Larionova E.L. Heart rate variability in individuals with increased physical activity and athletes. *Human Physiology*, 2005, no. 6, vol. 31, pp. 54-59. (in Russ.)
24. Pomeranz B., Macauly R.J., Caudill M.A. et al. Assessment of autonomic function in human by heart rate spectral analysis. *Am. J. Phisiol*, 1985, no. 246, pp. 151-153.
25. Kameneva M.Yu. Spirometry: how to evaluate the results? *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration*, 2022, vol. 83, pp. 91-99. (in Russ.)
26. Shik L.L, Kanaev N.N. Handbook of Clinical Respiratory Physiology. Leningrad: Nauka, 1980. 324 p. (in Russ.)
27. Quanjer P.H., Stanojevic S., Cole T.J., Baur X., Hall G.L., Culver B.H., Enright P.L., Hankinson J.L., Ip M.S., Zheng J., Stocks J. Multi-ethnic

reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur. Respir. J.*, 2012, vol. 40, iss.10. pp. 1324-1343.
28. Verbitskij E.V., Voynov V.B., Litvinenko S.N. et al. Towards an understanding of the mechanisms of human adaptation to high-altitude conditions. *Journal of Fundamental Medicine and Biology*, 2012, no. 3, pp. 45-53. (in Russ.)
29. Breslav I.S., Ivanov A.S. Breathing and human performance in mountain conditions. Almaty: Nauka, 1990. 256 p. (in Russ.)
30. Filippov M.M., Balykin M.V., Il'in V.N. et al. Comparative characteristic of hypoxia exercise, developing at muscle activity, and hypoxic hypoxia in mountains. *Ulyanovsk Medical and Biological Journal*, 2014, no. 4, pp. 86-95. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Татьяна Анатольевна Жмурова – кандидат биологических наук, доцент, Севастопольский государственный университет, Севастополь, e-mail: tazhmurova@mail.sewsu.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель Центра медико-биологических технологий, ФГБУ «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр ФМБА», Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Сергей Михайлович Рябцев – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Физвоспитание и спорт», ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, e-mail: smrybtsev@mail.ru.
Татьяна Сергеевна Морозова – аспирант, преподаватель, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, e-mail: tsmorozova@mail.sewsu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Tatyana A. Zhmurova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tazhmurova@mail.sewsu.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Sergej M. Ryabtsev – Doctor of Biology Sciences, Professor, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: smryabtsev@mail.sewsu.ru.
Tatyana S. Morozova – Postgraduate Student, Lecturer, Sevastopol State University, Sevastopol, e-mail: tsmorozova@mail.sewsu.ru.

Для цитирования: Адаптационный потенциал организма девушек, занимающихся горным туризмом, в экстремальных условиях с учетом типологических особенностей вегетативной регуляции / Т.А. Жмурова, Ю.В. Корягина, С.М. Рябцев, Т.С. Морозова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_6

For citation: Zhmurova T.A., Koryagina Yu.V., Ryabtsev S.M., Morozova T.S. Adaptation potential of the body of girls engaged in extreme mountain tourism, taking into account the typological features of autonomic regulation. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_6

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_7
УДК 793.3; 612

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_7
UDC 793.3; 612

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ, ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ТАНЦОРОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КАРДИОГЕМОДИНАМИКИ

Н.Н. Захарьева, Г.В. Савкин
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Интенсивные физические нагрузки более 20 часов в неделю вызывают адаптивные функциональные перестройки всех физиологических систем у спортсменов, занимающихся спортивными бальными танцами. Однако в современной литературе нет полного представления о том, как именно сердечно-сосудистая система танцоров реагирует на специфику танцевальных нагрузок, чем обуславливается актуальность данной статьи. ***Методы*:** тетраполярная реоплетизмография, измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений, психофизиологическое тестирование, динамометрия, стабилометрия, PWC_{170}. ***Результаты.*** В ходе сравнительного анализа выявлены статистически значимые отличия по показателям психомоторной работоспособности, а также по показателям стабилографического тестирования, по максимальной произвольной силе мышц кисти правой и левой рук и аэробной выносливости по результатам теста PWC170. Результаты исследования отражают различия вертикальной устойчивости, психомоторной работоспособности, уровня развития физических качеств в пользу приоритетности танцоров с гипокинетическим типом. ***Заключение.*** Материал, полученный в ходе исследования, позволяет выявлять ранние физиологические предикторы успешных танцоров высокой квалификации по параметрам центральной кардиогемодинамики и совершенствовать спортивный отбор танцоров в сборные команды по спортивным бальным танцам.

Ключевые слова: кардиогемодинамика, спортивные бальные танцы, танцоры высокой квалификации, функциональное состояние, психофизиология, вертикальная устойчивость, стабилографические показатели, физические качества, аэробная выносливость.

PECULIARITIES OF VERTICAL STABILITY, PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND PHYSICAL QUALITIES IN HIGHLY QUALIFIED DANCERS WITH DIFFERENT TYPES OF HEART HEMODYNAMICS

N.N. Zakharyeva, G.V. Savkin
Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Intense physical activity exceeding 20 hours per week induces adaptive functional changes in all physiological systems in athletes engaged in competitive ballroom dancing. However, the current literature lacks a complete understanding of how exactly the cardiovascular system of dancers responds to the specifics of dance loads, which determines the relevance of this article. ***Methods*:** tetrapolar rheoplethysmography, blood pressure and heart rate measurement, psychophysiological testing, dynamometry, stabilometry, PWC_{170}. ***Results.*** A comparative analysis has revealed statistically significant differences in psychomotor performance indicators in dancers with different types of heart hemodynamics, as well as in stabilographic testing indicators, maximum voluntary muscle strength of the right and left hands, and aerobic endurance according to the PWC_{170} test results. The study results highlight differences in vertical stability, psychomotor performance, and physical development, favoring dancers with the hypokinetic type. ***Conclusion.*** The data obtained during the study allow us to identify early physiological predictors of successful, highly qualified dancers based on central heart hemodynamic parameters and improve the selection of dancers for national ballroom dancing teams.

Keywords: heart hemodynamics, competitive ballroom dancing, highly qualified dancers, functional state, psychophysiology, vertical stability, stabilographic indices, physical qualities, aerobic endurance.

Введение. Спортивные бальные танцы (СБТ) представляют собой гармоничное сочетание спорта и искусства, которое вызывает у зрителей и судей чувство эстетического наслаждения. Тем не менее, исполнение танцевальных фигур требует ежедневных интенсивных физических нагрузок, сопровождаемых высоким уровнем

психоэмоционального напряжения [1-4]. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы спортсмена-танцора рассматривается спортивными физиологами, врачами и тренерами как индикатор общей адаптированности организма к специфическим физическим нагрузкам [5, 6]. В современной литературе по спортивной физиологии широко освещен вопрос взаимосвязей состояния сердечно-сосудистой системы со степенью адаптированности и результативности спортсменов на соревнованиях [7-9]. Структурно-функциональные перестройки сердца человека, длительно и систематически занимающегося физическими нагрузками, являются важнейшим критерием оценки адаптационного потенциала спортсмена [9, 10]. Однако, согласно данным современной научной литературы, вопрос об адаптивных перестройках сердечно-сосудистой системы у танцоров, регулярно выполняющих значительные физические нагрузки, остается недостаточно изученным, что особенно актуально для спортсменов, занимающихся спортивными бальными танцами на высоком уровне, когда объем тренировок достигает 20 часов в неделю [6, 7, 3]. Гемодинамические характеристики спортсменов отражают процесс морфофункциональных перестроек миокарда, возникающих в сердце под влиянием систематических длительных физических нагрузок, приводящих к адаптивным перестройкам функционирования сердечной мышцы как в состоянии покоя, так и при выполнении нагрузок. Методический подход к выявлению перспективных танцоров высокой квалификации, основанный на определении типа кардиогемодинамики и типологических характеристиках состояния вегетативных систем, не получил должного научно-методического обоснования.

Цель исследования: выявить особенности вертикальной устойчивости, психофизиологических характеристик и физических качеств танцоров высокой квалификации с различными типами КГД.

Методы и организация исследования. Физиологическое тестирование проведено с участием 60 танцоров высокой квалификации: 30 танцоров и 30 танцовщиц, из которых кандидатов в мастера спорта (КМС) – 45% (27 чел.), мастеров спорта (МС) – 17% (10 чел.), имеющих 1 взрослый спортивный разряд – 38% (23 чел.). Результаты спортсменов на соревнованиях: призовые места на Чемпионатах городов РФ – 66% (40 чел.), призовые места на Чемпионатах и Первенствах РФ – 18% (11 чел.), призовые места на Чемпионатах Европы и Мира – 16% (9 чел.). Характеристика спортивной специализации танцоров: Европейская программа – 50% (30 чел.), двоеборье и латиноамериканская программы – по 25% (15 чел.) соответственно. Средний возраст спортсменов составил 19,5±0,81 лет; стаж занятий СБТ в среднем составил 15,11±0,8 лет; объем тренировочной нагрузки в среднем составил 22,07±8,8 часа в неделю. Танцоров разделили на три группы в зависимости от принадлежности к типам КГД: первая группа (gr1) – гипокинетический тип КГД (n=27); вторая группа (gr2) – эукинетический тип КГД (n=21); третья группа (gr3) – гиперкинетический тип КГД (n=12). Спортсмены не имели достоверных различий по возрасту, стажу занятий СБТ, объему тренировочной нагрузки, следовательно, группы сравнений могут быть сопоставимы при анализе результатов.

Исследования проводились на базе:

1) лаборатории научно-методического обеспечения подготовки спортсменов сборных команд Научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины Российского университета спорта «ГЦОЛИФК» в стандартизированных условиях научного физиологического тестирования;

2) танцевальных залов спортивных танцевальных клубов: «Академия», «Imperia», «Московия» и «Триада» г. Москвы (полевое исследование).

Физиологическое тестирование проведено с сентября 2024 по март 2025 г. в г. Москве при температуре воздуха от +21 до +24 °С и влажности воздуха от 30 до 60% с 08.50 до 12.30. Исследования проведены с соблюдением этических норм протокола Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта. Все спортсмены подписали протокол добровольного согласия, на момент тестирования

были здоровы и не имели острых и хронических заболеваний.

Определение типов КГД проведено методом тетраполярной реоплетизмографии по Кубичеку на отечественном реоплетизмографе «РГПА-6/12» («Медиком-МТД», Россия). Параллельно с реоплетизмографией проводилась тонометрия с определением частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), систолического артериального давления (САД, мм рт. ст.), диастолического артериального давления (ДАД, мм рт. ст.), пульсового давления в покое (ПД, мм рт. ст.), среднего гемодинамического артериального давления в покое (СГД, мм рт. ст.). Гемодинамическая дифференциация танцоров по типам КГД проведена на основании значений сердечного индекса (СИ, л/мин/м^2) [10]:

1) гипокинетический тип – значения СИ <2,9 л/мин/м^2;

2) эукинетический тип – значения СИ от 2,9 до 3,4 л/мин/м^2;

3) гиперкинетический тип – значения СИ >3,5 л/мин/м^2.

На основании анализа реоплетизмографии определены показатели производительности сердечно-сосудистой системы: систолический объем в покое (СО, мл), минутный объем крови в покое (МОК, л/мин), показатель двойного произведения в покое (усл. ед.), СИ в покое, общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС, дин*с/мл), удельное периферическое сосудистое сопроивление (УПСС, дин*с/мл*м^2), должный минутный объем (ДМО, л/мин), должный основной обмен (ДОО, ккал), адаптационный потенциал кровообращения (АПК, баллы). Психофизиологическое тестирование проведено с использованием компьютерной программы ИВПС 2.1. (Корягина Ю.В., Нопин С.В. 2001-2003), что позволило точно оценить время реакции на биологически значимые раздражители в миллисекундах. Проведены тесты: «Реакция на движущийся объект» (РДО, мс), «Время реакции выбора» (мс), «Реакция на свет» (мс), «Реакция на звук» (мс), «Индивидуальная минута» (ИМ, с). Теппинг-тест позволил оценить силу условного возбуждения нервных процессов и характер психомоторной работоспособности. Выполнено 6 попыток продолжительностью 10 с, пауз между попытками не было. Стабилометрическое тестирование выполнено на отечественном стабилоанализаторе с биологической обратной связью «Стабилан 01-2» (ЗАО «РИТМ», г. Таганрог) с выполнением спортсменами теста «Мишень» в Европейской стойке (стопы в положении «пятки вместе, носки врозь»): удерживание общего центра массы (ОЦМ) в одной точке в течение 20 секунд. Проведен анализ линейных и векторных показателей, автоматически рассчитанных программой. Максимальная произвольная сила мышц (МПСМ) оценивалась с помощью кистевого динамометра. Точность воспроизведения мышечного усилия оценивалась нами по результатам 3-х попыток с воспроизведением 1/3 от максимальной попытки. Гибкость спортсменов оценивалась по результатам проведения пробы «Наклон со скамьи вперед» (см). Определение аэробной выносливости танцоров сделано на основании результатов 2-ступенчатого теста PWC_{170} с возрастающей нагрузкой, который выполнялся на велоэргометре «Эргометрик». Расчет показателя PWC_{170} выполнен по формуле:

PWC_{170} (кгм/мин) = W1 + (W2 – W1) x 170 – – ЧСС1 \ ЧСС2 – ЧСС1,

где: N1=1,5 x P x h x n1; N2=1,5 x P x h x n2; N – мощность 1-й и 2-й работы; P – масса тела; h – высота ступеньки; n – темп восхождений в минуту при первой и второй нагрузке; ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин. PWC_{170} отн. (кгм/мин/кг) = PWC_{170} / P. Методы статистической обработки данных: методы описательной статистики с использованием Microsoft Office Excel; применялся непараметрический критерий Краскела-Уоллиса с использованием IBM SPSS Statistics 23. Рассчитывались среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (σ).

Результаты исследования и их обсуждение. Обследовано 60 танцоров высокой квалификации, длительно занимавшихся СБТ и имевших высокий спортивный рейтинг. Гемодинамические характеристики танцоров с различными типами КГД представлены в таблице 1.

У танцоров высокой спортивной квалификации в 2,3 раза чаще отмечен

гипокинетический тип КГД. Для представителей гипокинетического типа КГД характерны самые наименьшие в группах сравнения показатели МОК и самые низкие значения показателя СИ, ЧСС. Согласно исследованиям многих авторов [10-17], этот тип является самым экономичным и оптимальным для адаптации к интенсивным нагрузкам, в том числе и к физическим. Высокая достоверность различий в группах сравнения отмечена по ЧСС в покое (уд/мин) и МОК в покое (л/мин).

Таблица 1

Гемодинамические показатели танцоров высокой квалификации с различными типами КГД, M±σ

Параметр	Гипокинетический (n=27)	Эукинетический (n=21)	Гиперкинетический (n=12)	P<
ЧСС в покое, уд/мин	68,5±3,6	72,3±2,1	79,8±3,3	0,003*
САД в покое, мм рт. ст.	118,6±9,1	126,1±4,2	132,4±5,1	0,05*
ДАД в покое, мм рт. ст.	72,4±5,4	63,4±4,8	69±4,2	0,05*
Пульсовое давление в покое, мм рт. ст.	46,3±10,1	74,8±8,9	85,8±9,4	0,05*
Среднее артериальное давление в покое, мм рт. ст.	81,8±9	84,3±4,8	88,6±3,7	0,05*
Систолический объем в покое, мл	62,9±3,1	70,2±3,6	76±4,1	0,01*
МОК в покое, л/мин	4,5±0,8	4,9±1,1	5,5±1,5	0,002*
Периферическая кислород. сатурация в покое, %	98,2±0,8	97,8±1,8	97,4±1,4	0,05*
Показатель двойного произведения в покое, усл.ед.	85,4±15,7	121,6±16,7	152±17,5	0,2
СИ в покое, л/мин/м^2	2,2±0,3	3,1±0,2	3,9±0,1	0,04*
ОПСС, дин*с/мл	2541,7±350,6	1472,2±220	1289,1±352,5	0,03*
УПСС, дин*с/мл*м^2	44±7,8	29,9±3	23,6±1,5	0,03*
ДМО, л/мин	5,4±1,8	4,3±1,7	3,9±1,6	0,05*
ДОО, ккал	1513,8±510,7	1199,8±490,8	1085,6±439,9	0,05*
АПК, баллы	1,3±0,3	1,4±0,1	1,6±0,1	0,001*

Примечание: КГД – кардиогемодинамика; ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; МОК – минутный объем крови; СИ – сердечный индекс; ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление; УПСС – удельное периферическое сосудистое сопротивление; ДМО – должный минутный объем; ДОО – должный основной обмен; АПК – адаптационный потенциал кровообращения; * – достоверность различий p<0,05.

Для оценки вертикальной устойчивости танцоры выполняли тест «Мишень» с биологической обратной связью. Выявлены достоверные отличия показателей вертикальной устойчивости у танцоров с различными типами КГД по основным и векторным показателям стабилометрического тестирования (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, по результатам теста «Мишень» отмечены преимущества развития вертикальной устойчивости у танцоров с гипокинетическим типом КГД. В группах выявлены достоверные отличия по основным показателям стабилометрии: средний разброс (R, мм), площадь эллипса (EIIS, мм^2), длина траектории ЦД по фронтали (LX, мм), длина траектории ЦД по сагиттали (LY, мм) и векторным показателям – качество функции равновесия (КФР, %). Наибольшая степень выраженности достоверных различий отмечена по показателям R и КФР (p<0,01 и p<0,02 соответственно). В группах сравнения представители гиперкинетического типа имеют худшие показатели вертикальной устойчивости. Можно сказать, что значения одного из основных параметров стабилометрии – площади эллипса (EIIS, мм^2) – позволяют сделать предположение о том, что различия между показателями стабилометрического теста «Мишень» у танцоров gr2 (эукинетический тип КГД) и gr3 (гиперкинетический

тип КГД), хотя и достоверны, менее значимы, чем различия между группами gr1-gr2 и gr1-gr3 группами сравнения.

Результаты психофизиологического тестирования танцоров СБТ с различными типами КГД представлены в таблице 3.

Таблица 2

Показатели вертикальной устойчивости у танцоров высокой квалификации с различными типами КГД по результатам теста «Мишень», M±σ

Параметр	Гипокинетический (n=27)	Эукинетический (n=21)	Гиперкинетический (n=12)	P<
Кол-во набранных очков	97,3±4	93,1±4,2	94,4±2,6	0,03*
Q(x), мм	2,4±1	2,6±0,8	2,9±0,6	0,05*
Q(y), мм	2,1±1,1	2,3±0,7	2,5±0,6	0,02*
R, мм	3,2±1,1	3,3±0,8	3,4±0,6	0,01*
V, мм/с	11,8±4,1	11,9±2,7	12,4±2	0,04*
SV, мм^2/с	11,3±4,8	13,2±5,7	9,3±2,5	0,4
EIIS, мм^2	72,1±5,1	78,3±7,1	79,7±5,4	0,05*
EIIE	1,1±0,4	1,5±0,3	1,9±0,3	0,05*
КФР, %	86,9±3,1	83,1±3,4	81,4±3,1	0,02*
LX, мм	120,4±7,9	128,7±6,4	135,9±9,2	0,04*
LY, мм	128,3±11,4	138,3±12,5	140,4±11,5	0,05*

Примечание: КГД – кардиогемодинамика; Q(x) – разброс по фронтали: Q(y) – разброс по сагиттали; R – средний разброс; КФР – качество функции равновесия; V – средняя скорость перемещения ЦД (центра давления); SV – скорость изменения площади статокинезиграммы; EllS – площадь эллипса; EIIE – коэффициент сжатия; LX – длина траектории ЦД по фронтали; LY – длина траектории ЦД по сагиттали; * – достоверность различий p<0,05.

Таблица 3

Психофизиологические показатели танцоров высокой квалификации с различными типами КГД, M±σ

Параметр	Гипокинетический (n=27)	Эукинетический (n=21)	Гиперкинетический (n=12)	P<
Реакция на свет, мс	242,2±17,7	250,3±22,1	239,1±18,1	0,04*
Реакция на звук, мс	336±15,6	336,7±16,2	338,9±17,5	0,05*
РДО, кол-во опережающих реакций	2,6±1,4	2,4±1,6	2,2±1,4	0,03*
РДО, кол-во запаздывающих реакций	2,6±1,4	2,6±1,6	2,8±1,4	0,07
РДО – среднее, мс	15,2±5,3	13,1±3,8	15±3,3	0,4
Реакция выбора, кол-во ошибочных реакций	0,3±1,1	0,4±0,4	0,2±0,3	0,04*
Реакция выбора – среднее, мс	358,4±20,4	368,2±11,1	347,4±20,4	0,05*
Тест «Индивидуальная минута», мс	60605,4±3187,3	63111,7±1678,7	60618,3±4720,1	0,002*
Теппинг-тест, 10 с (1)	68,1±3,6	69,5±4,9	67,4±2,1	0,05*
Теппинг-тест, 10 с (2)	64,9±7,7	65,9±5,7	66,5±7,4	0,04*
Теппинг-тест, 10 с (3)	61±6,9	64,4±5,3	63,8±7,6	0,06
Теппинг-тест, 10 с (4)	60,5±6,6	64,2±5,6	62,7±7	0,06
Теппинг-тест, 10 с (5)	64,4±7,4	63,8±6,9	63,2±7,2	0,02*
Теппинг-тест, 10 с (6)	65,3±7,7	63,9±7,9	61,9±5,8	0,04*

Примечание: КГД – кардиогемодинамика; РДО – реакция на движущийся объект; * – достоверность различий p<0,05.

По данным значений параметров психофизиологических характеристик, у танцоров с гипокинетическим типом КГД (gr1) выявлены преимущества свойств нервной системы в сравнении с танцорами из gr2 и gr3, что отмечено в скорости реакций на биологически значимые раздражители: свет, звук; практически идеальная точность в

оценке времени по результатам теста ИМ; выраженная способность длительно противостоять утомлению при выполнении заданий теппинг-теста. Танцоры СБТ с эукинетическим типом КГД обладают самым быстрым в группах сравнения врабатыванием и частотой движения кисти по результатам 1-ой и 2-ой попыток теппинг-теста. Танцоры с гиперкинетическим типом КГД также обладают высокой точностью в оценке времени по результатам теста ИМ и быстрым врабатыванием, опережая танцоров из gr1 и gr2 при выполнении 2-ой попытки теппинг-теста.

Различия физических качеств танцоров СБТ отражены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели физических качеств у танцоров высокой квалификации с различными типами КГД, M±σ

Параметр	Гипокинетический (n=27)	Эукинетический (n=21)	Гиперкинетический (n=12)	P<
МПСМ, правая рука	45±7,7	37,8±6,5	34,3±7,3	0,05*
МПСМ, левая рука	39,6±5,9	32,5±6,2	30,8±4,1	0,04*
ТМУ (1-ая попытка, правая рука)	17,1±4,7	15,1±4,2	12,7±4,7	0,05*
ТМУ (2-ая попытка, правая рука)	16,4±4,1	14,3±5,4	12,2±5,3	0,05*
ТМУ (3-я попытка, правая рука)	16,7±4,9	12,4±5,9	13,1±4	0,04*
ТМУ (1-ая попытка, левая рука)	13,1±4,9	11,1±5,2	10,5±4,6	0,05*
ТМУ (2-ая попытка, левая рука)	13,7±4,7	10,9±5,2	10,3±5,1	0,08
ТМУ (3-я попытка, левая рука)	12,7±4,6	12,3±5,3	12,6±5,3	0,07
PWC_{170} абс., кгм/мин	1630,3±5,4	1470,6±4,1	1300,1±1,6	0,05*
PWC_{170} отн., кгм/мин/кг	24,5±1,8	21,3±1,3	19,8±1,4	0,002*
Гибкость – проба наклона со скамьи вперед, см	16,9±1,4	14,9±2,3	14,1±1,7	0,05*

Примечание: КГД – кардиогемодинамика; МПСМ – максимальная производная сила мышц; ТМУ – точность мышечных усилий; * – достоверность различий p<0,05.

Максимальная степень достоверных различий в группах отмечена по показателю PWC_{170} отн. (p<0,002). Отмечено превалирование развития аэробной выносливости у танцоров высокой спортивной квалификации с гипокинетическим типом КГД. Разница в оценке значений выносливости особенно выделяется между значениями PWC_{170} отн. в gr1 и gr3. Согласно оценке значений PWC_{170} отн. по классификации В.Л. Карпмана, у танцоров gr1 отмечается «очень высокая физическая работоспособность» (24,5±1,8 кгм/мин/кг); у танцоров из gr2 отмечается «высокая физическая работоспособность» (21,3±1,3 кгм/мин/кг); у танцоров gr3 отмечаются самые низкие значения в сравнении с другими группами (19,8±1,4 кгм/мин/кг), соответствующие оценке «физическая работоспособность выше среднего». Достоверность различий в группах определена при сравнении значений показателя PWC_{170} абс. (p<0,05). Максимальная произвольная сила мышц правой и левой рук выше у танцоров gr1. Воспроизведение точности мышечных усилий (ТМУ) 1/3 от максимального значения проведено в 3-х попытках. Достоверность различий в группах сравнения в трех попытках теста ТМУ отмечена по показателям правой и левой рук. В группах отмечены достоверные различия в развитии гибкости с преимуществом у танцоров из gr1.

Для выявления характера связей межсистемных взаимоотношений параметров кардиогемодинамики с параметрами физических качеств проведен анализ взаимосвязей параметра СИ с параметрами МПСМ, PWC_{170}, ТМУ с вычислением плотности (числа сильных связей) и жесткости (отношения сильных связей к среднесильным) межсистемных отношений. Необходимо отметить, что при оценке характера взаимосвязей системы кровообращения и параметров физических качеств установлены самые «плотные» взаимодействия параметров в группах сравнения при анализе всего

исследуемого материала в целом. В гипокинетическом типе КГД отмечено всего 8 связей, 5 из которых сильные: показателя СИ с показателем МПСМ правой и левой рук (r=0,8; r=0,7); показателя СИ с показателем ТМУ1 левой руки (r=0,7); показателя СИ с показателем PWC_{170} отн. (кгм/мин/кг) и PWC_{170} абс. (кгм/мин) (r=0,9; r=0,8). Плотность межсистемных отношений – 5, жесткость межсистемных отношений – 1,6.

В эукинетическом типе КГД плотность и жесткость межсистемных взаимоотношений снижаются в сравнении с гипокинетическим типом. Всего отмечено 6 связей, из которых 3 связи сильные и 3 связи средней силы. Характеризуя сильные связи, необходимо указать следующее: СИ связан с МПСМ правой руки (r=0,7); СИ связан с ТМУ2 левой руки (r=0,7) и с PWC_{170} отн. (r=0,8). Плотность межсистемных взаимоотношений – 3, жесткость равна 1.

В гиперкинетическом типе КГД, как и в эукинетическом типе, отмечены всего 6 связей, из которых 3 сильные и 3 средней силы. Сильные связи отмечены у СИ с МПСМ левой руки (r=0,7), у СИ с PWC_{170} отн. (r=0,8) и у СИ с PWC_{170} абс. (r=0,8), плотность и жесткость межсистемных отношений одинаковы с характеристиками взаимосвязей в эукинетическом типе: плотность – 3, жесткость межсистемных отношений – 1.

Таким образом, необходимо отметить, что принадлежность танцоров к гипокинетическому типу КГД может служить маркером развития аэробной выносливости, гибкости, силы мышц и точности воспроизведения мышечных усилий, лучшего развития координационных способностей и психомоторной работоспособности, что может быть значимым критерием для проведения спортивного отбора в сборные команды по спортивным бальным танцам.

Заключение. Одним из важнейших классификаторов, позволяющих эффективно оценивать адаптационный потенциал человека при длительных занятиях физическими нагрузками, является принадлежность к определенному типу КГД, что является особенно актуальным для занятий СБТ, где подобные исследования не проводились.

Принадлежность спортсменов к типу КГД с одной стороны определяется генетически и выражается в различиях работы регуляторных систем, контролирующих эффективность деятельности сердечно-сосудистой системы, и физиологических механизмах, определяющих эффективность кардиогемодинамики. С другой стороны, по мнению Аршакуни Р.О., Давитанидзе Н.Л. (2005), в определенной степени формирование типа КГД совершенствуется под воздействием морфофункциональных трансформаций миокарда, возникающих под влиянием систематических физических нагрузок при долговременной адаптации к ним, что определяет ремоделирование сердца [18].

Таким образом, формирование типов КГД у спортсменов является результатом цепи взаимодействия генетических факторов с особенностями совершенствования комбинации звеньев, определяющих адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы при систематическом длительном выполнении физических нагрузок.

Определение характеристик функционального состояния, уровня развития физических качеств мало исследовано у спортсменов, занимающихся СБТ, где типом энергетического обеспечения физических нагрузок является смешанный анаэробно-аэробный тип энергообеспечения.

Согласно результатам проведенного нами исследования, установлено, что самым распространенным среди типов КГД у танцоров СБТ является гипокинетический тип – 45% (27 чел.), который встречается в 2,3 раза чаще в сравнении с гиперкинетическим типом. Вторым по частоте распространения является эукинетический тип КГД – 35% (21 чел.). Достаточно редко среди танцоров отмечен гиперкинетический тип – 20% (12 чел.). Для танцоров с гипокинетическим типом КГД характерны наименьшие значения МОК, самые низкие значения СИ, ЧСС в группах сравнения. По данным авторов, этот тип описан как самый экономичный и оптимальный для адаптации к напряженным физическим нагрузкам. В гиперкинетическом типе КГД отмечены максимальные значения СИ с относительно низкими значениями ОПСС и УПСС, что в

2,1 раза меньше, чем величина значений ОПСС и УПСС у танцоров с гипокинетическим типом КГД [11-17]. Параметры КГД представителей эукинетического типа имеют промежуточные значения при сравнении значений параметров КГД у танцоров с гипо- и гиперкинетическим типами.

Выявляя различия характеристик вертикальной устойчивости, психомоторной работоспособности, параметров вегетативных систем и физических качеств у танцоров высокой квалификации с различными типами кардиогемодинамики, установлено, что оптимальное в группах сравнения развитие физических качеств, особенно аэробной выносливости и силы мышц, скорости реакций на биологически значимые раздражители (реакция на звук, реакция на свет), а также ориентации во времени (данные теста ИМ), лучшее развитие легочной вентиляции (максимальная вентиляция легких, жизненная емкость легких) отмечено у танцоров с гипокинетическим типом. Выявлено, что танцоры с эукинетическим типом обладают самым быстрым врабатыванием при выполнении психофизиологических тестов с серийными раздражителями (теппинг-тест и тест «Простая зрительно-моторная реакция»). Однако по возможности противостоять развитию утомления при выполнении сложных когнитивных нагрузок лучшие результаты отмечены в группе танцоров с гипокинетическим типом КГД, что определяет более высокое развитие психомоторной работоспособности в gr1. Особое внимание заслуживают результаты сравнительного анализа развития координационных способностей у танцоров на основании оценки результатов стабилометрического тестирования. Исходя из анализа основных показателей стабилометрического теста «Мишень» установлено преимущество выполнения теста у танцоров с гипокинетическим типом КГД, что подтверждается меньшими значениями параметров R, EIIS, LY, LX.

Таким образом, принадлежность танцоров к гипокинетическому типу КГД может быть маркером, позволяющим проводить раннее выделение успешных на соревнованиях танцоров на этапе спортивного совершенствования, и использоваться как прогностический критерий для отбора в сборную команду РФ по спортивным бальным танцам. Для танцоров с гиперкинетическим типом характерны худшие в группах сравнения показатели психомоторной работоспособности, координационных способностей, легочной вентиляции и уровня развития физических качеств. Такие спортсмены более склонны к формированию неблагоприятных вариантов адаптации к танцевальным физическим нагрузкам, что диктует необходимость разработок научно обоснованного подхода и совершенствования тренировочного процесса, создания рекреативно-оздоровительных программ восстановления для танцоров с гиперкинетическим типом КГД после интенсивных тренировок и соревнований.

Выводы:

1. У танцоров высокой квалификации отмечается гемодинамическая неоднородность типов кардиогемодинамики: гипокинетический, эукинетический и гиперкинетический типы, которые отличаются способностью регулировать физиологические механизмы адаптации к физическим нагрузкам, специфичным для танцевального спорта, функциональными возможностями организма, адаптационными резервами, что во многом определяет спортивный соревновательный результат.

2. У танцоров высокой квалификации в 2,3 раза чаще отмечается принадлежность к гипокинетическому типу кардиогемодинамики, характеризующемуся наилучшим в группах сравнения развитием психомоторной работоспособности, координационных способностей и физических качеств, что совпадает с высокими спортивными результатами на соревнованиях и дает возможность выделения принадлежности танцоров к данному типу физиологическим маркером успешности.

3. У танцоров с гипокинетическим типом КГД отмечен самый высокий уровень плотности и жесткости внутри- и межсистемных взаимодействий функциональных параметров систем гомеостатического уровня, что является отражением мобилизации физиологических функций и интеграции функциональных систем для осуществления

полезного приспособительного результата – качественного исполнения танцевальных программ.

4. У танцоров на этапе высокой квалификации вторым по частоте распространенности является эукинетический тип кардиогемодинамики, где отмечены лучшие в группах сравнения скоростные способности нервной системы и быстрота развития врабатывания в ответ на серийное воздействие биологически значимых стимулов.

5. Танцоры с гиперкинетическим типом кардиогемодинамики, в сравнении с другими типами, реже отмечены среди танцоров высокой квалификации. Танцоры с гиперкинетическим типом кардиогемодинамики имеют худшие показатели психомоторной работоспособности, вертикальной устойчивости, уровень развития физических качеств и самую низкую спортивную результативность на соревнованиях, что является результатом повышенного напряжения функционирования сердечно-сосудистой системы, неэкономичного режима работы сердца и умеренного превалирования влияний центрального контура на вегетативную регуляцию вариабельности ритма сердца в состоянии покоя.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Новые методы электрокардиографии; под ред. С.В. Грачева, А.Л. Сыркина. – М: Техносфера. – 2007. – С. 474-496.
2. Захарьева, Н.Н. Влияние психоэмоционального напряжения на психофизиологические характеристики и физические качества танцоров и танцовщиц высокой квалификации / Н.Н. Захарьева, И.Д. Коняев, И.В. Абдрахманова // Вестник антропологии. – 2021. – № 4. – С. 381-395.
3. Лэрд, У. Техника латиноамериканских танцев, I-II часть / У. Лэрд / Переводчик с английского А. Белгородского. – Москва: Издательство «Артис», 2003. – 244 с.
4. Moore, A. Ballroom Dancing / A. Moore. – London: Lightning Source Inc, 2008. – P. 324.
5. Захарьева, Н.Н. Сравнительная характеристика морфофункционального статуса, гемодинамических параметров и вертикальной устойчивости у спортсменок, занимающихся сложнокоординационными видами спорта / Н.Н. Захарьева, Е.И. Малиева, И.Д. Коняев // Материалы XXXII Международной научно-практической конференции по проблемам физического воспитания учащихся «Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире». – Коломна: ГСГУ, 2022. – С. 106-117.
6. Захарьева, Н.Н. Аэробная выносливость танцоров и танцовщиц высокой квалификации, выступающих в латиноамериканской программе танцев / Н.Н. Захарьева, Е.И. Малиева, Д.А. Кардаш // Материалы IV-ой Международной научно-практической конференции: «Актуальные вопросы медико-биологических дисциплин, физкультуры и спорта» 19-20 марта 2025 г. – Коломна: ГСГУ, 2025. – С. 25-31.
7. Коняев, И.Д. Психофизиологические характеристики и физическая работоспособность танцоров с различной степенью психоэмоционального напряжения / И.Д. Коняев, Н.Н. Захарьева // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием по спортивной науке: «Подготовка спортивного резерва», 1-2 декабря 2020 г. – М.: ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, ФЦПСР Минспорта, 2020. – С. 204-212.
8. Тарабрина, В.А. Изучение гемодинамических показателей спортсменов на различных этапах спортивной подготовки / В.А. Тарабрина, Н. Ю. Тарабрина // Молодой ученый. – 2017. – № 8 (142). – С. 133-136.
9. Шлык, Н.И. Анализ вариабельности сердечного ритма при ортостатической пробе у спортсмегов с разынми преобладающими типами вегетитвной регуляции в тренировочном процессе / Н.И. Шлык // Вариабельность сердечного ритма: теор. аспекты и практ. применение: Материалы V Всероссийского симпозиума с международным участием, 26-28 октября 2001 г. – Ижевск, 2011. – С. 348-369.
10. Шхвацабая, И.К. Внутрисердечная геодинамика и клиникопатогенетические варианты течения гипертонической болезни / И.К. Шхвацабая // Кардиология. – 1977. – №10. – С. 8-11.
11. Шхвацабая, И.К. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И.К. Шхвацабая, Е.Н. Константинов, И.А. Гундаров // Кардиология. – 1981. – № 3. – С. 10-14.

12.Ткаченко, Б.И. Системная гемодинамика / Б.И. Ткаченко // Российский физиологический журнал им И.М. Сеченова. – 1999. – Т. 85. – № 9-10. – С. 1255-1266.
13. Осадшая, Л.Б. Физиологические основы мониторинга адаптивных возможностей организма подростков в процессе их физического воспитания: монография / Л.Б. Осадшая, А.Н. Богачев, А.Н. Долецкий; М-во здравоохранения Российской Федерации, Волгоградский гос. мед. ун-т. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2014. – 155 с.
14. Исупов, И.Б. Системный анализ церебрального кровообращения человека: монография / И.Б. Исупов. – Волгоград: Перемена, 2001. – 139 с.
15. Lanne, T. Decreased capacitance response with age in lower limbs of humans: a potential error in the study of cardiovascular reflexes in ageing / T. Lanne, H. Olsen // Acta Physiol Scand. – 1997. – Vol. 161. – P. 503-507.
16. 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. – P. 1319-1327.
17. Lindenberger, M Sex-related effects on venous compliance and capillary filtration in the lower limb / M. Lindenberger, T. Lanne // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. – 2007. – Vol. 292. – P. 852-859.
18. Аршакуни, Р.О. Систолическая показатели, методы определения и методологические трудности / Р.О. Аршакуни, Н.Л. Давитанидзе // Кардиология. – 2005. – № 11. – С.113-120.

REFERENCES

1. Baevskij R.M., Ivanov G.G. Heart rate variability: theoretical aspects and possibilities of clinical application. Frim the book: New methods of electrocardiography. Grachev S.V., Syrkin A.L., ed. Moscow: Tekhnosfera, 2007. pp. 474-496. (in Russ.)
2. Zakharyeva N.N., Konyaev I.D., Abdrakhmanova I.V. The influence of psychoemotional stress on the psychophysiological reactions and physical qualities of highly qualified dancers. *Herald of Anthropology*, 2021, no. 4, pp. 381-395. (in Russ.)
3. Laird W. Technique of Latin dancing. Parts I-II. Translated from English by A. Belgorodskij. Moscow: Artis Publishing House, 2003. 244 p. (in Russ.)
4. Moore, A. Ballroom Dancing. London: Lightning Source Inc, 2008. p. 324.
5. Zakharyeva N.N., Malieva E.I., Konyaev I.D. Comparative characteristics of the morphofunctional status, hemodynamic parameters and vertical stability in female athletes engaged in complex coordination sports. Proceedings of the XXXII International Scientific and Practical Conference on the Problems of Physical Education of Students "Man, Health, Physical Culture and Sports in a Changing World". Kolomna: SSHU, 2022. pp. 106-117. (in Russ.)
6. Zakharyeva N.N., Malieva E.I., Kardash D.A. Aerobic endurance of highly qualified dancers performing in the Latin American dance program. Proceedings of the IV International Scientific and Practical conference: "Topical Issues of Medical and Biological Disciplines, Physical Education and Sports" (March 19-20, 2025). Kolomna: SSHU, 2025. pp. 25-31. (in Russ.)
7. Konyaev I.D., Zakharyeva N.N. Psychophysiological characteristics and physical performance of dancers with varying degrees of psychoemotional stress. Proceedings of the IV All-Russian Scientific-Practical Conference on Sports Science with International Participation: "Training of the sports reserve" (December 1-2, 2020). Moscow: Center of Sports Innovational Technologies and National Team Training, Federal Center for Sports and Youth Development, 2020. pp. 204-212. (in Russ.)
8. Tarabrina V.A., Tarabrina N.Yu. Study of hemodynamic parameters of athletes at various stages of sports training. *Young scientist*, 2017, no. 8(142), pp. 133-136. (in Russ.)
9. Shlyk N.I. Analysis of heart rate variability during an orthostatic test in athletes with different predominant types of autonomic regulation in the training process. Heart Rate Variability: theoretical Aspects and Practical Application: Proceedings of the V All-Russian Symposium with International Participation (October 26-28, 2001). Izhevsk, 2011. pp 348-369. (in Russ.)
10. Shkhvatsabaya I.K. Intracardiac geodynamics and clinical-pathogenetic variants of the course of hypertension. *Cardiology*, 1977, no. 10, pp. 8-18. (in Russ.)
11. Shkhvatsabaya I.K., Konstantinov E.N., Gundarov I.A. On a new approach to understanding the hemodynamic norm. *Kardiologiia*, 1981, no. 3, pp. 10-14. (in Russ.)
12. Tkachenko B.I. Systemic hemodynamics. *Russian Journal of Physiology*, 1999, vol. 85, no. 9-10, pp. 1255-1266. (in Russ.)
13. Osadshaya, L.B., Bogachev A.N., Doletskij A.N. Ministry of Health of the Russian Federation, Volgograd State Medical University. Physiological foundations of monitoring the adaptive capabilities of the adolescent body in the process of their physical education: a monograph. Volgograd: VolSMU Publishing House, 2014. 155 p. (in Russ.)
14. Isupov I.B. Systems analysis of human cerebral circulation: a monograph. Volgograd: Peremena, 2001. 139 p. (in Russ.)

15. Lanne T., Olsen H. Decreased capacitance response with age in lower limbs of humans: a potential error in the study of cardiovascular reflexes in aging.*ActaPhysiolScand*,1997,vol.161,pp.503-507.
16. 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, no. 3, pp. 1319-1327.
17. Lindenberger M., Lanne T. Sex-related effects on venous compliance and capillary filtration in the lower limb. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2007, vol. 292, pp. 852-859.
18. Arshakuni, R.O., Davitanidze, N.L. In the book: Systolic indicators, methods of determination and methodological difficulties. *Kardiologiia*, 2005, no. 11, pp. 113-120. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Наталья Николаевна Захарьева – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры физиологии, главный научный сотрудник лаборатории научно-методического обеспечения подготовки спортсменов сборных команд НИИ спорта и спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.
Глеб Викторович Савкин – магистрант 2 года обучения, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: savkin.2015@list.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Natalya N. Zakharyeva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Chief Researcher of the Laboratory of Scientific and Methodological Support for the Training of National Team Athletes, Research Institute of Sports and Sports Medicine, Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.
Gleb V. Savkin – 2nd year Master's Student, Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, e-mail: savkin.2015@list.ru.

Для цитирования: Захарьева, Н.Н. Особенности вертикальной устойчивости, психофизиологических характеристик и физических качеств у танцоров высокой квалификации с различными типами кардиогемодинамики / Н.Н. Захарьева, Г.В. Савкин // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_7

For citation: Zakharyeva N.N., Savkin G.V. Peculiarities of vertical stability, psychophysiological characteristics and physical qualities in highly qualified dancers with different types of heart hemodynamics. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_7

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_8
УДК 379.85:61

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_8
UDC 379.85:61

ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА, АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ТАНЦОРОВ И ТАНЦОВЩИЦ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫМИ БАЛЬНЫМИ ТАНЦАМИ

Н.Н. Захарьева[1], Е.И. Малиева[1], Д.А. Кардаш[1], И.В. Абдрахманова[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградская государственная академия физической культуры», г. Волгоград, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Спортивные бальные танцы предъявляют высокие требования к организму спортсменов, особенно на этапе высшего спортивного мастерства. Отсутствие полноценного восстановления негативно сказывается на адаптации организма и формировании тренированности. Целью статьи являлось выявление половых различий морфофункциональных показателей, аэробной и анаэробной выносливости у танцоров и танцовщиц высокой квалификации, занимающихся спортивными бальными танцами. ***Методы:*** антропометрия, психофизиологическое тестирование, спирометрия, динамометрия, измерение артериального давления, оценка аэробной и анаэробной выносливости с помощью тестов Купера, PWC_{170}, Вингейт-теста. ***Результаты.*** Установлены преимущества юношей-танцоров по антропометрическим показателям мышечных усилий, функционированию кардиореспираторной системы, развитию кондиционных качеств. Определен более низкий уровень личностной и ситуативной тревожности у танцоров, чем у танцовщиц, зафиксированы различия в показателях артериального давления. ***Заключение.*** Проведенное исследование позволит оптимизировать тренировочный процесс для повышения результативности танцоров в зависимости от их функционального состояния.

Ключевые слова: танцоры, спортивные бальные танцы, аэробная выносливость, анаэробная выносливость, Вингейт-тест, максимальная алактатная мощность, максимальная мощность, анаэробная мощность, аэробная мощность, максимальная произвольная сила мышц, спирометрия, проба Штанге, антропометрия.

MORPHOFUNCTIONAL STATUS, AEROBIC AND ANAEROBIC ENDURANCE OF ELITE COMPETITIVE BALLROOM DANCERS

N.N. Zakharyeva[1], E.I. Malieva[1], D.A. Kardash[1], I.V. Abdrakhmanova[2]
[1]Russian University of Sport “GTSOLIFK”, Moscow, Russia
[2]Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Competitive ballroom dancing places high demands on the athletes’ bodies, especially at the peak performance level. Lack of adequate recovery negatively impacts adaptation and fitness development. The aim of this article was to identify gender differences in morphofunctional parameters, aerobic and anaerobic endurance in elite male and female competitive ballroom dancers. ***Methods***. Research methods included anthropometry, psychophysiological testing, spirometry, dynamometry, blood pressure measurement, and assessment of aerobic and anaerobic endurance using the Cooper, PWC_{170}, and Wingate tests. ***Results***. Advantages of male dancers were established in anthropometric parameters, muscle effort accuracy, cardiorespiratory system functioning, and fitness development. Male dancers demonstrated lower levels of trait and state anxiety compared to female dancers. Differences in blood pressure were also identified. ***Conclusion***. The study will allow us to optimize the training process to improve dancers’ performance depending on their functional status.

Keywords: dancers, competitive ballroom dancing, aerobic endurance, anaerobic endurance, Wingate test, maximum alactic performance, maximum power, anaerobic power, aerobic power, maximum voluntary muscle strength, spirometry, respiratory test on inhale, anthropometry.

Введение. В настоящее время физические нагрузки спортсменов, занимающихся спортивными бальными танцами на этапе высшего спортивного мастерства (в соответствии с Федеральным стандартом спортивной подготовки по виду спорта «Танцевальный спорт», Приказ № 961 от 09.11.2022 г. Министерство спорта РФ),

предъявляют высокие требования к подготовленности танцоров и танцовщиц [1]. Высококвалифицированные танцоры тренируются более 30 часов в неделю и выходят на соревнования до нескольких раз в месяц. Фактически спортсмены не имеют полноценного восстановительного периода после соревнований, закрепляющего позитивные изменения в гомеостазе. Длительная адаптация к танцевальной нагрузке затрагивает все функциональные системы организма спортсменов и формирует структурные сдвиги, определяющие специфику развития тренированности и физических качеств [2]. При занятиях спортивными бальными танцами на этапе высшего спортивного мастерства значительную роль играет высокий уровень развития резервов кардиореспираторной системы, аэробной и анаэробной выносливости, что в конечном итоге и определяет успешное воспроизведение танцорами двигательных программ на соревнованиях. Результаты проведенного нами исследования помогут оптимизировать тренировочный процесс танцоров и танцовщиц, занимающихся спортивными бальными танцами на этапе высшего спортивного мастерства.

Цель работы – выявить половые различия показателей морфофункционального статуса, состояния кардиореспираторной системы, аэробной и анаэробной выносливости у танцоров высокой спортивной квалификации, занимающихся спортивными бальными танцами.

Методы и организация исследования. В исследовании принимало участие 26 спортсменов высокой квалификации (СВК), занимающихся спортивными бальными танцами (СБТ); спортивная квалификация – кандидаты в мастера спорта (КМС) и мастера спорта РФ (МС). Спортсмены разделены на группы сравнения по половому признаку. Первую группу (gr1) составили спортсменки (n=15); средний возраст – 18,8±09 лет, стаж занятий – 12,8±3,2 лет; вторую группу (gr2) составили юноши-спортсмены (n=11); средний возраст – 18,9±0,4 лет; стаж занятий – 12,8±1,4 лет. Все спортсмены и спортсменки регулярно тренируются и успешно выступают на Чемпионатах России и международных турнирах. На первом этапе физиологического тестирования применены социологические методы исследования, в том числе анкетирование, выявляющее стаж занятий СБТ, спортивный разряд и квалификационный танцевальный класс, объем тренировочной нагрузки (часы в неделю), заболеваемость и спортивные травмы.

Физиологическое исследование состояло из антропометрического измерения, психологического и психофизиологического тестирования; методов, оценивающих уровень развития кардиореспираторной системы, и методов оценки физических качеств. Оценка уровня тревожности испытуемых проводилась с помощью Шкалы личностной и ситуативной тревоги Спилбергера-Ханина (State-Trait Anxiety Inventory, STAI, 1976) с рестандартизацией в 2011 году. Обхватные размеры тела измерялись сантиметровой лентой, длина тела – ростометром РЭП («Тулиновский приборостроительный завод «ТВЕС»), масса тела – напольными весами Tanita. Оценка психомоторной работоспособности проведена с использованием программно-аппаратного комплекса ИВПС 2.1. (Корягина Ю.В., Нопин С.В., 2001-2004). Сила мышц кисти и точность мышечных усилий оценивались кистевым динамометром ДМЭР-120 («ТВЕС»), артериальное давление и частота сердечных сокращений – полуавтоматическим тонометром Omron S1, оксигенация – пульсоксиметром Omron. Оценка функций внешнего дыхания проводилась спирометром «СпироС-100» и с помощью функциональной дыхательной пробы Штанге.

Функциональные пробы включали динамические нагрузки (30 с приседаний, выполнение прыжков в течение 1,5 мин) и статическую нагрузку (упражнение «Уголок» с удержанием в течение 1 мин). Также измерялись: оксигенация, артериальное давление, сила мышц кисти. Проводился беговой тест Купера по стандартной методике 12-минутного гладкого бега в условиях легкоатлетического манежа Российского университета спорта «ГЦОЛИФК» с измерением температуры тела у испытуемых до проведения теста и после. Косвенным

методом рассчитывался показатель максимального потребления кислорода (МПК, мл/кг/мин) по формуле:

(D-504,9) / 44,73,

где D – пройденная дистанция.

Уровень анаэробной подготовленности определяли по Вингейт-тесту с использованием велоэргометра Monark Ergomedic 891E с аппаратным и программным обеспечением, тест выполнялся 30 секунд с максимальным ускорением и заданным отягощением (в зависимости от пола и веса испытуемого). Физическую работоспособность определяли по тесту PWC_{170} (кгм/мин/кг) с 2-ступенчатой физической нагрузкой, также выполняемому на велоэргометре. Перед тестированием анаэробной и аэробной физической работоспособности все испытуемые делали общеразвивающие физические упражнения для разогрева мышц и профилактики травм коленного сустава [3, 4].

Все испытуемые спортсмены и спортсменки подписали информационное согласие в соответствии с Хельсинской декларацией. Исследования проведены в стандартизированных условиях лаборатории спортивной медицины Научно-исследовательского института спорта и спортивной медицины Российского университета спорта «ГЦОЛИФК», оборудованной с учетом санитарно-гигиенических требований (температура воздуха – 22 С°, влажность воздуха – 56-68%). Полученные данные обрабатывались методами математической статистики в программе Microsoft Excel. Сравнение несвязанных выборок выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни. Количественные показатели представлены средним арифметическим (M) и стандартным отклонением (σ).

Результаты исследования и их обсуждение. Антропометрическая характеристика танцовщиц-девушек и танцоров-юношей, принимающих участие в исследовании, представлена в таблице 1. Результаты показывают, во-первых, естественные различия в морфофункциональных показателях, обусловленные биологической спецификой женского и мужского организмов; во-вторых, отражают влияние на них тренированности. Юноши превосходят девушек по массе, длине, а также всем обхватным размерам тела. Установленные различия по большинству показателей статистически значимые.

Таблица 1

Антропометрическая характеристика спортсменов, принимающих участие в исследовании, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
Масса тела, кг	53,3±7,1	70,0±9,7	0,01*
Длина тела, см	165,4±6,1	182,8±7,3	0,01*
Объем грудной клетки в покое, см	83,3±4,8	90,5±8,0	0,05
Объем грудной клетки при вдохе, см	89,1±4,2	97,1±6,7	0,01*
Объем грудной клетки при выдохе, см	80,7±3,8	88,6±6,3	0,01*
Окружность головы, см	56,2±0,9	57,9±1,0	0,01*
Окружность талии, см	62,1±4,8	76,4±6,8	0,01*
Окружность плеча, см	27,1±5,6	28,5±3,1	0,05
Окружность предплечья, см	23,4±1,8	26,6±2,7	0,05
Окружность голени, см	35,4±2,4	38,1±2,2	0,05

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,01.

По шкале личностной и ситуативной тревоги Спилбергера-Ханина (табл. 2) выявлены статистически значимые половые различия: более низкие баллы отмечены у танцоров, что указывает на меньшую тревожность юношей-спортсменов, занимающихся СБТ в сравнении с девушками-спортсменками. Полученные нами данные совпадают с результатами исследований Захарьевой Н.Н. и Коняева И.Д. (2022-2024) [5]. У танцоров показатель ситуативной и личностной (по шкале рестандартизации) тревожности находится на уровне среднего, у танцовщиц отмечен средний уровень тревожности с тенденцией к высокой. У испытуемых спортсменов и спортсменок не

отмечено высокого или очень высокого уровня тревожности, что показывает психологическую устойчивость танцоров и танцовщиц высокой квалификации при развитии долговременной адаптации к специфическим физическим нагрузкам в танцевальном спорте.

Результаты выполнения танцорами динамометрических тестов, оценивающих состояние максимальной произвольной силы мышц кисти, представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, установленные различия максимальной произвольной силы мышц кисти в состоянии покоя и при выполнении танцорами 2-х динамических и 1-ой статической нагрузок и воспроизведения точности мышечных усилий в 3-х попытках отражают преимущества развития силы мышц у танцоров, что является отражением как эволюционно-биологических характеристик развития дефинитивного мужского организма, так и уровня определенного развития мышечной гипертрофии, выраженной в более совершенном развитии внемышечной и внутримышечной координации.

В таблице 4 отображены результаты выполнения спортсменами и спортсменками психофизиологического тестирования (теппинг-теста).

Таблица 2

Показатели оценки тревожности спортсменов высокой квалификации, занимающихся спортивными бальными танцами (тест Спилбергера-Ханина), M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
Шкала оценки ситуативной тревожности, баллы	43,4±8,3	34,2±3,9	0,05*
Шкала оценки личностной тревожности, баллы, рестандартизация	5,3±1,0	3,3±0,6	0,05*

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,05.

Таблица 3

Характеристики максимальной произвольной силы мышц кисти и ее изменений после выполнения физических нагрузок спортсменами высокой квалификации, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
МПСМ правой руки, даН	30,1±4,1	47,8±5,7	0,01*
МПСМ кисти левой руки, даН	27,6±5,3	43,6±4,1	0,01*
МПСМ правой руки, даН (динамическая нагрузка прыжки 1,5 минуты)	29,4±4,1	45,6±7,6	0,01*
МПСМ правой руки, даН (динамическая нагрузка 30 с приседаний)	28,7±5,4	45,2±8,7	0,01*
МПСМ правой руки, даН (после статической нагрузки «Уголок», 1 мин)	27,7±3,2	39,5±3,4	0,01*
Точность мышечных усилий, 1-ая попытка, правая рука, даН	15,2±3,1	27,2±5,1	0,01*
Точность мышечных усилий, 2-ая попытка, правая рука, даН	14,3±2,8	25,8±5,1	0,01*
Точность мышечных усилий, 3-ая попытка, правая рука, даН	15,5±4,2	27,6±5,4	0,01*
Точность мышечных усилий, 1-ая попытка, левая рука, даН	16,3±3,5	26,2±5,2	0,01*
Точность мышечных усилий, 2-ая попытка, левая рука, даН	14,5±2,5	24,5±4,9	0,01*
Точность мышечных усилий, 3-ая попытка, левая рука, даН	14,2±2,6	25,2±5,5	0,01*

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,01; МПСМ – максимальная произвольная сила мышц.

Таблица 4

Результаты выполнения теппинг-теста спортсменами высокой квалификации, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
0-10 с, кол-во нажатий	65,8±6,0	73,7±12,3	0,03*
11-20 с, кол-во нажатий	64,3±3,8	70,5±70,6	0,01*
21-30 с, кол-во нажатий	61,8±3,7	66,4±7,5	0,04*
31-40 с, кол-во нажатий	61,2±5,7	66,1±6,1	0,02*
41-50 с, кол-во нажатий	60,0±4,9	63,6±7,9	0,05*
51-60 с, кол-во нажатий	59,1±4,5	64,1±7,6	0,04*

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,05.

Как видно из таблицы 4, у юношей-танцоров отмечено значительное преимущество в результатах выполнения теппинг-теста на протяжении всех 6-ти интервалов. И у юношей, и у девушек отмечается тенденция к снижению количества нажатий к концу теста, что указывает на среднесильный тип нервной системы и устойчивую моторную работоспособность.

Показатели производительности работы кардиореспираторной системы выявляют преимущество спортсменов-танцоров. Как видно из представленных в таблице 5 данных, у СВК отмечены различия статических и динамических показателей спирометрии – статистически значимые отличия установлены по показателям: резервный объем вдоха (РОвд, мл), емкость вдоха (Евд, мл), жизненная емкость легких (ЖЕЛ, мл), максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин).

Представленные результаты отражают высокую степень развития дыхательных резервов как у танцоров, так и у танцовщиц. Значения показателя функциональной дыхательной пробы Штанге (с) подчеркивают высокий уровень развития дыхательных резервов у спортсменов при занятиях СБТ. Как показывают наши ранее проведенные исследования [6], высокий уровень развития дыхательных резервов в сочетании с преобладанием HF-волн (мс^2) в волновой структуре спектра вариабельности ритма сердца и сосудов и значением вагосимпатического индекса LF/HF (усл.ед.) ниже 0,5 (0,3; 0,8) отмечены у танцоров высокой квалификации, занимающих призовые места на соревнованиях. При указанных параметрах вариабельности ритма сердца и высоких значениях функциональных дыхательных проб Штанге и Генчи не отмечается функциональная дисритмия дыхания в финале соревнований, что является одной из основных причин снижения спортивной результативности высококвалифицированных танцоров.

Таблица 5

Показатели кардиореспираторной системы спортсменов, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
РОвд, мл	1394,8±282,7	2299,7±450,4	0,01*
Евд, мл	2328,0±375,4	3185,3±630,9	0,01*
ЖЕЛ, мл	2776,1±608,1	3552,9±346,3	0,01*
МВЛ, л/мин	83,7±9,9	110,9±22,6	0,01*
Время апноэ Штанге, с	56,1±10,8	75,4±15,6	0,01*
Оксигенация, %	98,3±0,8	95,1±4,7	0,05
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст	108,3±9,7	117,1±8,5	0,05

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,01; РОвд – резервный объем вдоха; Евд – емкость вдоха; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; МВЛ – максимальная вентиляция легких.

Значения параметра систолического давления подчеркивают тенденцию к гипотонии у танцоров-юношей и развития явной гипотонии у танцовщиц-девушек (статистическая значимость различий при p<0,05). Значение показателя САД gr1 в сравнении с юношами-спортсменами из gr2 ниже, а уровень оксигенации в состоянии покоя по данным пульсоксиметрии выше в gr1 (при p<0,05). Различия показателей аэробной выносливости СВК отражены в таблице 6.

Таблица 6

Показатели аэробной выносливости и температурных сдвигов у спортсменов по результатам тестов К. Купера и PWC_{170}, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
Тест Купера, м	2021,4±309,3	2466,7±489,9	0,05**
Температура в подмышечной впадине после теста Купера, С°	36,7±0,2	36,4±0,4	0,01*
PWC_{170} отн., кгм/мин/кг	17,6±1,5	20,6±2,6	0,05**
МПК отн., мл/кг/мин	34,2±6,7	43,6±10,6	0,05**

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,01; ** – статистически значимая разница при p<0,05; МПК – максимальное потребление кислорода.

Как видно из результатов, представленных в таблице 6, установлены статистические значимые межгрупповые различия аэробной физической работоспособности по результатам тестов К. Купера (м) и PWC_{170} отн. (кгм/мин/кг): более успешно выполнили тест юноши-танцоры, различия статистически значимы. Показатель максимального потребления кислорода у танцоров также выше, чем у танцовщиц, однако достаточно низки в сравнении с показателями профессиональных спортсменов, тренирующихся на выносливость [7, 8] и с показателями спортсменов, тренирующихся в сложнокоординационных дисциплинах (по Astrand). По результатам термометрии установлены различия, констатирующие более высокие значения температуры у танцовщиц после выполнения теста (при p<0,01).

Различия показателей анаэробной выносливости танцоров и танцовщиц по результатам выполнения анаэробного Вингейт-теста (Wingate Anaerobic Test (WAnT)) представлены в таблице 7.

Таблица 7

Показатели анаэробной выносливости спортсменов по результатам Вингейт-теста, M±σ

Показатель	Спортсменки, n=15	Спортсмены, n=11	P<
R сопротивление, кг/обор	3,5±0,6	5,20±0,9	0,003*
Мощность (W), кгм 15"	306,0±58,5	527,4±82,5	0,001*
Мощность (W), кгм 20"	291,8±58,1	432,0±64,4	0,003*
Мощность (W), кгм 25"	283,2±73,5	406,0±82,4	0,021*
Мощность (W), кгм 30"	231,8±49,9	347,4±95,7	0,025*
W max, кгм	378,4±66,5	569,8±110,5	0,004*
W ср, кгм	307,1±54,8	444,8±88,9	0,009*
Градиент падения, кгм	71,4±23,8	125,0±38,5	0,016*
МАМ Вт/кг	10,21±1,04	11,36±1,89	0,001*

Примечание: * – статистически значимая разница при p<0,05.

Как видно из результатов, представленных в таблице 7, установлена высокая степень статистически значимых различий по показателям: Мощность (W), кгм 15", Мощность (W), кгм 20", Мощность (W), кгм 25" и Мощность (W), кгм 30", что отражает более совершенное развитие скоростно-силовых способностей у партнеров в сравнении с партнершами. Максимальная алактатная мощность (МАМ, Вт/кг)

недостаточно развита как у юношей-танцоров, так и у девушек-танцовщиц, что диктует необходимость применения в тренировочном процессе физических упражнений, направленных на развитие анаэробной выносливости, силы мышц и быстроты.

Заключение. Результаты проведенного нами исследования указывают на необходимость дифференцированного подхода к тренировочному процессу танцоров и танцовщиц, занимающихся спортивными бальными танцами, с учетом особенностей их функционального состояния. У танцовщиц отмечены наиболее высокие значения результатов личностной и ситуативной тревоги в тесте Спилбергера-Ханина в сравнении с танцорами ($p<0,05$). Выявлены половые различия скорости развития утомления у танцоров высокой квалификации при выполнении серий заданий теппинг-теста. У юношей-танцоров установлен больший объем работы нервно-мышечного аппарата по результатам количества нажатий на всех 6-ти попытках теста, чем у девушек-танцовщиц. У всех испытуемых отмечается тенденция к снижению количества нажатий к концу теста, что указывает на среднесильный тип нервной системы и устойчивую моторную работоспособность. Высокая степень достоверности различий установлена при сравнении показателей МАМ, что подчеркивает лучшее развитие скоростно-силовых способностей у танцоров в сравнении с танцовщицами и диктует необходимость введения дополнительных тренировочных занятий для спортсменок, направленных на развитие анаэробных способностей. Меньшая степень статистически значимых различий отмечена нами при сравнении показателей аэробной выносливости в тесте Купера, где также отмечена приоритетность развития выносливости у юношей-танцоров. Данные антропометрических измерений отражают как эволюционно-биологические различия между мужчинами и женщинами, так и развитие тренированности у спортсменов в результате многолетних занятий СБТ, что выражается в большем развитии гипертрофии мышц, силы мышц у юношей-танцоров. Различия гемодинамических показателей отражают большее развитие артериальной гипотонии у танцовщиц в сравнении с танцорами, что является как отражением развития тренированности, так и возможным вариантом типологических характеристик вегетативной регуляции. Полученные данные о половых различиях психологических характеристик, особенностях морфологического статуса и функционального состояния анаэробной и аэробной физической работоспособности танцоров и танцовщиц могут быть полезны при составлении тренировочных планов для спортсменов высокой квалификации, занимающихся спортивными бальными танцами. Знание индивидуальных особенностей позволит оптимизировать тренировочный процесс, повысить его эффективность и минимизировать риск развития перетренированности.

Выводы:

1. Юноши-танцоры превосходят девушек-танцовщиц по антропометрическим характеристикам (обхватным размерам тела, массе и длине тела, силе мышц кисти правой и левой рук в покое и после нагрузки); в точности мышечных усилий во всех 3-х попытках; по ведущим показателям производительности функционирования кардиореспираторной системы.

2. По шкале личностной и ситуативной тревоги Спилбергера-Ханина у юношей-танцоров отмечается более низкий уровень тревожности в сравнении с девушками-танцовщицами.

3. Юноши-танцоры на этапе высшего спортивного мастерства в сравнении с девушками-танцорами показывают преимущества в развитии кондиционных физических качеств: быстрота, сила мышц кисти, аэробной и анаэробной выносливости, уровня максимального потребления кислорода.

4. Юноши-танцоры обладают большей способностью длительно противостоять развитию утомления при выполнении заданий теппинг-теста. Статистически значимые различия выявлены на всех 6-ти интервалах тестирования ($p<0,05$).

5. Показатели МАМ и МПК отн. выше у юношей-танцоров, чем у девушек-танцовщиц, однако все еще несопоставимы с уровнем показателей спортсменов, тренирующихся по программам других

сложнокоординационных дисциплин. Низкие значения показателей МАМ и МПК отн. говорят о недостаточном развитии у танцоров высокой квалификации анаэробной выносливости, что требует корректировки тренировочного процесса и применения методик, направленных на совершенствование механизмов энергообеспечения мышечной деятельности в условиях дефицита кислорода.

6. У юношей-танцоров наблюдается тенденция к снижению артериального давления, характеризующаяся предгипотоническим состоянием. В группе девушек-танцовщиц отмечены более выраженные отклонения в сторону развития гипотонии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарьева, Н.Н. Особенности физиологических характеристик танцоров высокой квалификации при занятиях спортивными бальными танцами / Н.Н. Захарьева, И.Д. Коняев // Лечебная физическая культура и спортивная медицина: достижения и перспективы развития: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины, Москва, 22-23 мая 2019 года. – Москва: ФГБОУ ВО «РГУФКСМиТ (ГЦОЛИФК)», 2019. – С. 204-212.
2. Значение математического моделирования для выявления половых различий общей физической работоспособности танцоров и танцовщиц / И.Д. Коняев, Н.Н. Захарьева, Е.И. Малиева, И.В. Абдрахманова // Вестник спортивной науки. – 2022. – № 1. – С. 59-62.
3. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса / Под ред. Д.Дж. МакДауэла, Г. Уэнгера, Г. Грина / Пер. с англ. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 430 с.
4. Мехдиева, К.Р. Сравнительный анализ результатов Вингейт-тестирования у спортсменов высокого класса / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова, М.А. Владельщикова, В.Э. Тимохина // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 1. – С. 29-31.
5. Коняев, И.Д. Различия функционального состояния, вертикальной устойчивости и физической работоспособности танцоров мужского и женского пола с различным уровнем проявления психоэмоционального напряжения / И.Д. Коняев, Н.Н. Захарьева // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 4. – С.68-75.
6. Захарьева, Н.Н. Коррекция срыва дыхания танцоров с учетом биотипологических особенностей / Н.Н. Захарьева, Н.Ф. Сингина, С.В. Сиротенко // Материалы XI научно-практической конференции по танцевальному спорту в РГУФКСМиТ: «Совершенствование системы подготовки в танцевальном спорте», под ред. В.А. Александровой. – 2016. – С. 49-54.
7. Таминова, И.Ф. Особенности сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности у спортсменов высокой квалификации с разной спецификой видов спорта / И.Ф. Таминова // Сибирское медицинское обозрение. – 2009. – Т. 55. – № 1. – С. 73-77.
8. Аэробные возможности лыжников-гощиков, проявляющиеся во время порога анаэробного обмена и при максимальном потреблении кислорода / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин, М.И. Рахимов, А.С. Шалавина // Человек. Спорт. Медицина. – 2025. – Т. 25. – № S1. – С. 32-39.

REFERENCES

1. Zakhar’eva N.N., Konyayev I.D. Features of physiological characteristics of elite dancers during competitive ballroom dancing classes. Therapeutic Physical Culture and Sports Medicine: Achievements and Development Prospects: Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, dedicated to the 50th Anniversary of the Department of Sports Medicine (Moscow, May 22-23, 2019). Moscow: Russian University of Sport “GTSOLIFK”, 2019. pp. 204-212. (in Russ.)
2. Konyaev I.D., Zakharyeva N.N., Malieva E.I., Abdrakhmanova I.V. The importance of mathematical modeling for identifying gender differences in the overall physical performance in dancers and dancers. *Sports science bulletin*, 2022, no. 1, pp. 59-62.
3. Physiological Testing of the High Performance Athlete. McDougall D.J., Wenger H.A., Green H.J., ed. Translated into Russian. Kiyv: Olimpiyskaya literatura. 1998. 430 p. (in Russ.)
4. Mekhdieva K.R., Zakharova A.V., Vladelshchikova M.A., Timokhina V.E. Wingate tests in elite sports: comparative analysis. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2021, no. 1, pp. 29-31. (in Russ.)
5. Konyaev I.D., Zakhar’eva N.N. Differences in the functional status, vertical stability and physical

performance of male and female dancers with different levels of psychoemotional stress. M*odern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 4(30), pp. 68-75. (in Russ.)
6. Zakhar'eva N.N., Singina N.F., Sirotenko S.V. Correction of respiratory failure of dancers taking into account biotypological features. Materials of the XI Scientific and Practical Conference on Dancing Sports in the Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism: "Improving the training system in dancing sports". Aleksandrova V.A., ed. 2016. pp. 49-54. (in Russ.)
7. Taminova. I.F. Cardiovascular system and physical performance of elite athletes of various sports. *Siberian Medical Review*, 2009, vol. 55, no. 1, pp. 73-77. (in Russ.)
8. Vanyushin Yu.S., Khajrullin R.R. et al. Aerobic capacity in cross-country skiers at anaerobic threshold and VO_2max. *Human. Sport. Medicine*, 2025, vol. 25, no. S1, pp. 32-39. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Наталья Николаевна Захарьева – доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии, профессор, главный научный сотрудник лаборатории научно-методического обеспечения подготовки спортсменов сборных команд НИИ спорта и спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.
Елена Игоревна Малиева – научный сотрудник лаборатории физиологии мышечной деятельности и восстановления НИИ спорта и спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: elena.malieva13@gmail.com.
Даниил Анатольевич Кардаш – аспирант кафедры физиологии, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: daniil-kardash@mail.ru.
Ирина Владимировна Абдрахманова – кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и технологий физической культуры и спорта, Волгоградская государственная академия физической культуры, Волгоград, e-mail: abdr-iren@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Natalya N. Zakharyeva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Chief Researcher of the Laboratory of Scientific and Methodological Support for the Training of National Team Athletes, Research Institute of Sports and Sports Medicine, Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, e-mail: zakharyeva.natalia@mail.ru.
Elena I. Malieva – Researcher of the Laboratory of Muscle Activity and Recovery Physiology, Research Institute of Sports and Sports Medicine, Russian University of Sports "GTSOLIFK", Moscow, e-mail: elena.malieva13@gmail.com.
Daniil A. Kardash – Postgraduate Student of the Department of Physiology, Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, e-mail: daniil-kardash@mail.ru.
Irina V. Abdrakhmanova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Technology of Physical Culture and Sports, Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, e-mail: abdr-iren@yandex.ru.

Для цитирования: Особенности морфофункционального статуса, аэробной и анаэробной выносливости у танцоров и танцовщиц высокой квалификации, занимающихся спортивными бальными танцами / Н.Н. Захарьева, Е.И. Малиева, Д.А. Кардаш, И.В. Абдрахманова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_8

For citation: Zakharyeva N.N., Malieva E.I., Kardash D.A., Abdrakhmanova I.V. Morphofunctional status, aerobic and anaerobic endurance of elite competitive ballroom dancers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_8

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9
УДК 796.526

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9
UDC 796.526

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ СКАЛОЛАЗОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ДИСЦИПЛИНЕ «ЛАЗАНИЕ НА СКОРОСТЬ»

Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье представлен анализ показателей морфофункционального статуса и физической подготовленности спортсменов в дисциплине «лазание на скорость». ***Методы.*** Для 46 спортсменов ($n_{муж}$=26, $n_{жен}$=20) с квалификацией от кандидата в мастера спорта до мастера спорта международного класса выполнялись антропометрия, тесты на гибкость, подтягивание на перекладине, вертикальные прыжки из приседа и с подседанием, 10 повторных вертикальных прыжков, прыжок с повышающейся высоты, кистевая динамометрия, изометрическая тяга верхнего блока, изокинетическое тестирование разгибателей-сгибателей бедра, тесты PWC170 и Вингейт. ***Результаты.*** Выявлены достоверные квалификационные различия показателей морфофункционального статуса и двигательных способностей спортсменов с учетом пола, определяющих успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость». ***Заключение.*** Результаты комплексного тестирования физической подготовленности отражают направленность и специфику спортивного отбора скалолазов высокой квалификации в многолетней подготовке по дисциплине «лазание на скорость».
Ключевые слова: спортсмены высокой квалификации, дисциплина «лазание на скорость», физическая подготовленность, морфофункциональный статус.

MORPHOLOGICAL STATUS AND PHYSICAL FITNESS OF HIGHLY QUALIFIED CLIMBERS IN SPEED CLIMBING

Yu.S. Zemtsova, T.F. Abramova
Federal Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article presents the analysis of the morphofunctional status and physical fitness indicators of athletes in speed climbing. ***Methods.*** Anthropometric measurement, flexibility tests, pull-ups on a horizontal bar, squat jump and counter movement jump, 10/5 repeat jump test, drop jump, wrist dynamometry, isometric traction of the upper block, isokinetic test of hip extensors and flexors, PWC-170 and Wingate tests were performed for 46 athletes (men = 26, women = 20) with qualification of Candidate for Master of Sport to International Master of Sport. ***Results.*** Significant qualification differences have been identified in morphofunctional status and motor abilities of athletes, which determine success in the speed climbing. ***Conclusion.*** The results of the comprehensive physical fitness testing reflect the orientation and specifics of the sports selection of highly qualified climbers in long-term training in speed climbing.
Keywords: highly qualified athletes, speed climbing, physical fitness, morphofunctional status.

Введение. Дисциплина «лазание на скорость» представляет собой преодоление стандартизированной вертикальной трассы за минимальное время с верхней страховкой. Биомеханическая структура соревновательного упражнения характеризуется высокоинтенсивными ускорениями, чередованием взрывных разгибательных и толчковых движений, а также повторяющимися циклами растяжения-укорочения мышц. Эффективное выполнение двигательных действий требует высокой точности и координации движений верхних и нижних конечностей наряду с оптимизацией распределения массы тела для улучшения взаимодействия с опорными поверхностями. Эти аспекты подчеркивают важность индивидуальных морфологических характеристик, специфических скоростно-силовых, силовых и анаэробных способностей как ведущих детерминант спортивной результативности в лазании на скорость [1]. Формирование и проявление данных характеристик обусловлено уровнем спортивной квалификации и гендерными различиями, влияющими на адаптационные реакции и

механизмы энергообеспечения мышечной деятельности. Несмотря на наличие исследований по отдельным аспектам морфофункционального статуса и физической подготовленности скалолазов комплексный сравнительный анализ параметров с учетом квалификационного уровня и пола остается недостаточно разработанным, что затрудняет объективную идентификацию ключевых детерминант успешности спортсменов в данной дисциплине [2]. Цель исследования заключалась в выявлении квалификационных особенностей, а также определяющих успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость» показателей морфофункционального статуса и физической подготовленности скалолазов высокой квалификации с учетом пола.

Методы и организация исследования. Исследование проведено в лабораторных условиях на базе ГКУ «Центра спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Москомспорта в 2021-2022 гг. Тестирование осуществлялось дважды в год: по завершении первого и второго подготовительного периодов. В выборку вошли 46 спортсменов ($n_{муж}$=26, $n_{жен}$=20) с квалификацией: кандидат в мастера спорта (КМС), возраст – 17,2±2,0 лет; мастер спорта (МС), возраст – 22,9±2,6 года; мастер спорта международного класса (МСМК), возраст – 26,7±2,6 лет. Все участники имели медицинский допуск и предоставили добровольное согласие на обработку персональных данных.

Морфологический статус спортсменов определялся антропометрическим измерением: длина тела – ростомером (Seca-222, Германия); масса тела – электронными весами (Seca-769, Германия); высота антропометрических точек – лазерным антропометром (КАФА, Россия); диаметры тела и конечностей – большим толстотным циркулем (КАФА-600, Россия); обхватные размеры – сантиметровой лентой (Айрис, Китай); толщина подкожно-жировых складок – калипером (Lange, Beta Technology, США). Продольные, поперечные и обхватные размеры фиксировались с точностью до 2 мм, толщина складок – до 0,5 мм, масса тела – до 50 г. Измерения проводились в первой половине дня, натощак, одним квалифицированным специалистом, при строгом соблюдении стандартных процедур и требований. Лабильные компоненты состава тела – скелетно-мышечная, жировая и костная масса спортсмена (в кг и % от массы тела) – определялись по формулам Й. Матейки, модифицированным Научно-исследовательским институтом антропологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Амплитуда движений оценивалась педагогическими тестами на гибкость: подвижность в плечевых суставах – тестом «выкрут прямых рук вперед-назад с гимнастической палкой» с регистрацией минимального расстояния между кистями рук (см) [3]; подвижность в тазобедренном суставе – тестом «лягушка в положении лежа на животе» с фиксацией расстояния от лобкового симфиза до пола (см) [4]; подвижность позвоночного столба – тестом «мостик» с измерением расстояния от дистальной фаланги среднего пальца кисти до наиболее выступающей точки на пятке (см).

Скоростно-силовые способности мышц верхних конечностей оценивали подтягиванием на высокой перекладине прямым средним хватом с помощью линейного цифрового энкодера (GymAware Power Tool, Австралия), закрепленного на поясе спортсмена. Выполнялись три взрывных подтягивания с прыжком вверх без маховых движений ног, чтобы подбородок располагался выше уровня перекладины. Интервал отдыха между попытками составлял не менее 90 с. Фиксировались средняя относительная мощность (Вт/кг) и пиковая скорость за концентрическую фазу подтягивания (м/с).

Скоростно-силовые способности мышц нижних конечностей определяли вертикальным прыжковым тестом с двух ног из приседа (Squat Jump, SJ) и с подседанием (Counter Movement Jump, CMJ) [5] на динамометрической платформе AMTI (Advanced Mechanical Technology Inc., США). Спортсмен выполнял три попытки с интервалом отдыха 30 с. Оценивались средняя высота прыжка (м) и относительная максимальная мощность прыжка (Вт/кг).

Для оценки реактивной силы мышц нижних конечностей применяли два теста. Первый – повторные вертикальные прыжки (10/5 Repeated Jump Test) на платформе AMTI – включал выполнение 10 прыжков при минимальном времени контакта с опорой и максимальной высоте. [6]. Оценивался средний индекс реактивной силы (м/с) как отношение высоты прыжка (м) ко времени контакта с опорой (с) по пяти лучшим попыткам. Второй тест представлял прыжки с плиометрических тумб различной высоты (22,5-90 см, шаг 7,5 см). Спортсмен выполнял три попытки на каждой высоте с интервалом отдыха 60-90 с. Измерения завершались после фиксации максимального индекса реактивной силы (м/с) на электронной системе OptoGait (MicroGate, Италия).

Изометрическая сила мышц кисти и предплечья измерялась цифровым динамометром (SmartLead, Noraxon, США). Спортсмен максимально сжимал устройство нейтральным хватом на протяжении 5 с, удерживая прямую руку перпендикулярно в сторону. Для каждой руки выполнялось по три попытки попеременно с интервалом отдыха 45-60 с. По значениям трех лучших попыток анализировались абсолютная максимальная сила захвата (кг) и скорость нарастания силы (Н/м/кг) [7].

Максимальную изометрическую силу мышц спины оценивали на тренажере тяги верхнего блока (LifeFitness, США) с использованием цифрового тензодатчика на рукояти (Noraxon, США). Перекладина фиксировалась на уровне глаз. Выполнялось 5-секундное максимальное усилие в упражнении «тяга к груди широким хватом»; по три попытки с интервалом отдыха не менее 60 с. Фиксировалось лучшее значение абсолютной максимальной силы мышц спины (кг) и относительной максимальной силы (кг/кг массы тела).

Силовые показатели мышц бедра определяли на изокинетическом динамометре (Humac Norm, США). Испытуемого фиксировали ремнями безопасности в индивидуально настроенном кресле. Проводили изолированное концентрическое сгибание и разгибание в коленном суставе при постоянных угловых скоростях 300, 180 и 60 °/с [8]. Тест включал 5 повторений на каждой скорости для обеих ног, с интервалами отдыха между повторениями 10 с, между скоростями – не менее 60 с. Регистрировалась абсолютная максимальная сила мышц разгибателей и сгибателей бедра (Н*м).

Физическую работоспособность оценивали по тесту PWC170 на велоэргометре (Excalibur Sport, Lode, Нидерланды) с постоянным контролем частоты сердечных сокращений (ЧСС) нагрудным пульсометром (Polar H10, Финляндия). Выполнялись две ступенчатые нагрузки по 5 минут с частотой педалирования 60-65 об/мин и интервалом отдыхом 3 минуты между ними. Мощность нагрузки подбиралась индивидуально для достижения ЧСС 120-130 уд/мин на первой и 155-160 уд/мин на второй ступени. Фиксировались ЧСС и мощность нагрузок для расчета абсолютного (Вт) и относительного значений PWC170 (Вт/кг) по формуле В.Л. Карпмана [9].

Мощность алактатной системы энергообеспечения нижних конечностей определяли на велоэргометре Excalibur Sport после 5-минутной разминки. Тест по протоколу Вингейт длился 30 с с нагрузочным коэффициентом 0,67 для женщин и 0,7 для мужчин [10]. Исходная частота вращения составляла 70-75 об/мин, далее испытуемый максимально быстро набирал скорость и старался удерживать ее до конца теста. Оценивались абсолютная (Вт) и относительная (Вт/кг) максимальная и средняя мощности, время (с) и скорость достижения максимальной мощности (м/с).

Обработка данных проводилась в MS Excel 2019 и Statistica 10. Применялись описательная статистика и параметрический однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с поправкой Тьюки-Крамера с учетом проверки нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилка ($n<50$).

Результаты исследования и их обсуждение. Квалификационные различия показателей морфофункционального статуса (табл. 1) скалолазов высокой квалификации (КМС, МС, МСМК) в дисциплине «лазание на скорость» определялись с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA.

Таблица 1

Морфофункциональные показатели спортсменов разного пола и квалификации в дисциплине «лазание на скорость», M±σ

Показатель		Мужчины			Женщины		
		КМС	МС	МСМК	КМС	МС	МСМК
Тотальные размеры	Длина тела, см	171±6,3*	179,7±6,2	174,1±3,4	164,3±5,5	164,8±5,1	164,2±1
	Масса тела, кг	63,3±7,5*	75,2±7,1	70,2±3,9	53,6±6,4	58,6±7	56,2±1,3
	Индекс массы тела, кг/м^2	21,6±2,2	23,3±1,4	23,2±1,1	19,8±1,5	21,6±1,8	20,9±0,3
	Абсол. поверх. тела, м^2	1,7±0,1*	1,9±0,1	1,8±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0
	Отн.поверх. тела, см^2/г	27,7±1,8*	26±1	26,3±0,8	29,6±1,6*	28±1,6	28,5±0,3
Лабильные компоненты	Жировая масса, кг	6,8±1,5	7±1,9	5,8±1	8±1,9	6,8±2,2	5,9±1,5
	Мышечная масса, кг	32,3±4,7*	39,7±4,2	37,3±2,4***	25,8±3,1	30±4,8	29±1,7
	Костная масса, кг	11,3±1,1	12±1,2	10,9±0,8	9,8±3,6	9±1	8,3±0,3
	Жировая масса, %	10,7±1,8	9,3±2,2	8,2±1,2	14,8±2,5*	11,5±2,7	10,5±2,7
	Мышечная масса, %	51±2,2	52,8±2,6	53,1±1,4	48,2±2,9	51±2,7	51,7±2,7
	Костная масса, %	17,9±1,1	16±0,9	15,6±1,2	18,4±7	15,5±1,1	14,8±0,2
Продольные размеры	Длина верх. отрезка, см	31,6±2*	34,3±1,6	33,9±1,7***	30,8±1,8	30,7±1,2	30,2±0,6
	Длина туловища, см	52,4±2,4	54,6±3,1	52,2±3,9	52,8±2,1	49,9±3,5	48,3±0,2
	Длина руки, см	75,2±3,4*	80,2±4,2	77,4±1,5	71,5±2,2	71±8,1	72,9±2
	Длина плеча, см	30,3±3,6*	33,1±2,6	32,8±0,9	27,7±2	30,2±1,8	29,4±1,2
	Длина предплечья, см	24,8±3	25,8±2,4	24,9±1	23±2,4	23,5±3,9	24,1±1
	Длина кисти, см	20,2±2,3	21,3±2,3	19,7±1,1	20,7±2,8	17,4±8,9	19,4±0,4
	Длина ноги, см	91,1±4,5*	96,6±4,6	93,2±3,2	86,2±3,3	89,2±3,7	90,1±1,9
	Длина бедра, см	46,3±3,3	48±2,9	46,2±1,4	42,4±2,3	44,3±1,9	47,9±1,9***
	Длина голени, см	36,7±3,4	39,8±2,9	37,5±3	36,4±2,7	36,9±4,2	33,9±1,7
	Высота мыщелк., см	8,1±1	8,7±1,2	9,6±1,7***	7,4±0,8	7,9±0,9	8,3±1,3
Пропорции тела и конечностей	Длина туловища/ длину тела, %	30,6±1,2	30,4±1,4	30±2,1	32,1±1*	30,3±1,9	29,4±0,3
	Длина туловища/ длину ноги, %	57,6±3,6	56,6±3,8	56,1±5,5	61,3±2,6*	56,1±4,9	53,6±1,4
	Длина ноги/ длину тела, %	53,3±1,6	53,7±1,4	53,5±1,6	52,4±0,9*	54,1±1,4	54,9±0,8
	Длина бедра/ длину ноги, %	50,8±2,3	49,7±1,7	49,6±1,7	49,3±2,2	49,8±2,9	53,2±2
	Длина голени/ длину ноги	40,3±3	41,3±2,4	40,2±2,3	42,2±2,5	41,3±3,5	37,7±2,1
	Длина голени/ длину бедра, %	79,7±9,4	83,3±7,4	81,2±6,6	86±9,4	83,7±11,6	71±6,3
	Длина руки/ длину тела, %	44±0,8	44,6±1,5	44,4±0,7	43,5±1,1	43,2±5	44,4±1,5
	Длина плеча/ длину руки, %	40,2±3,7	41,3±2,4	42,4±1,2	38,8±2,4	43,3±8,1	40,3±1
	Длина предплечья/ длину руки, %	33±4,2	32,1±2,3	32,2±1,1	32,3±3,5	33,6±7,4	33±0,7
	Длина предплечья/ длину плеча, %	83,4±16,8	78,2±9,1	75,9±4	83,6±10,7	78,4±14,4	81,8±3,4
Тесты на гибкость	Размах рук, см	175,6±6,1*	185,6±7,3**	178,2±2,5	163,5±4,4	167,7±6,9	167±1,2
	Выкрут рук, см	85,4±15,6	83,8±14	82±10,3	73,3±10	70,5±25,1	72,3±9,8
	Лягушка, см	52,5±47	46,9±44,3	22±26,7	42,1±46,3	39,6±42,8	30±47,3
	Мостик, см	71,3±18,9	54,2±21,6	71,5±13	52,4±15,7	62±21,8	54,6±5,8
	Обезьяний индекс, см	4,6±3,3	5,9±5	4,2±2,3	-0,8±3,2	2±4,5	2,8±2

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; * – статистически значимые различия между КМС и МС; ** – статистически значимые различия между МС и МСМК; *** – статистически значимые различия между КМС и МСМК.

У мужчин отмечается статистически значимое увеличение длины (p=0,001) и массы тела (p=0,000) при переходе к квалификационному уровню МС с последующим снижением у спортсменов МСМК (рис. 1), что связано с особенностями целенаправленного спортивного отбора для формирования оптимальной стратегии преодоления соревновательной трассы. У женщин выявлены статистически незначимые различия по длине и массе тела, которые сопровождаются сужением диапазона изменчивости соответствующих параметров по мере повышения спортивной квалификации. Группы скалолазов обоих полов отличаются статистически значимым снижением относительной площади поверхности тела при достижении квалификации МС (у мужчин p=0,013, у женщин p=0,042) с последующей стабилизацией значений при уменьшении диапазона вариативности к МСМК.

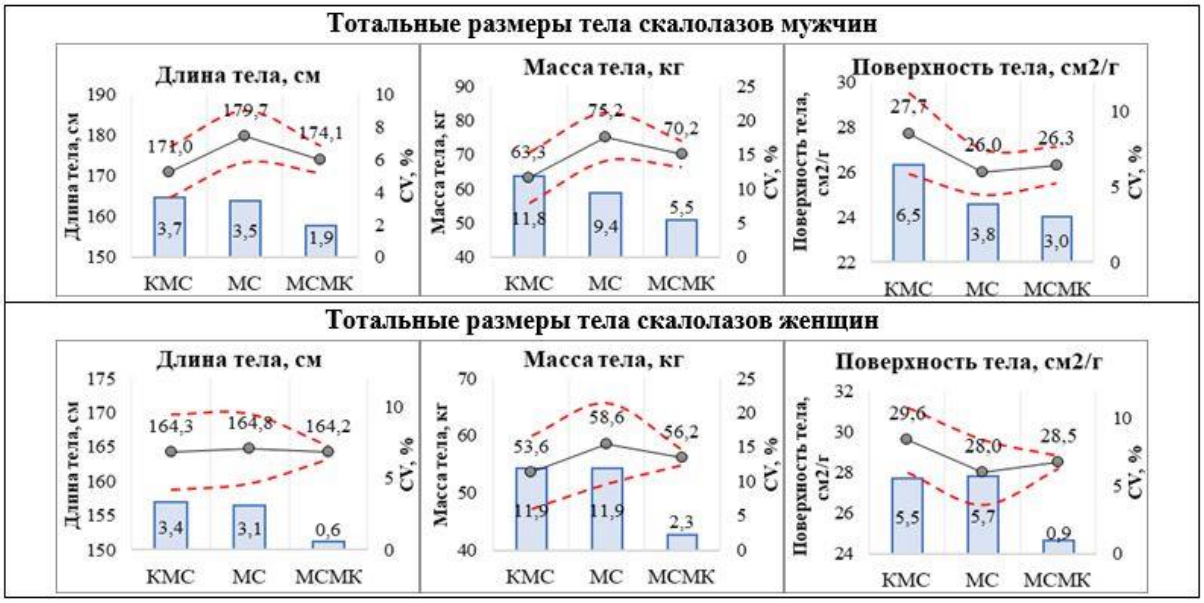


Рис. 1. Динамика тотальных размеров тела с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац., %.

Квалификационный рост скалолазов сопровождается увеличением мышечной массы (у мужчин p=0,000*, p=0,047***) при одновременном снижении жирового (у женщин p=0,003*) и костного компонентов (рис. 2), что отражает процессы долговременной адаптации к интенсивной физической нагрузке и селективные преимущества спортсменов с более легким костным скелетом, формируя комплексный адаптационный механизм, направленный на оптимизацию функциональных возможностей организма и обеспечение высокой эффективности спортивной деятельности.

Продольные размеры и пропорции тела скалолазов (рис. 3) обнаруживают разнонаправленные тенденции по мере роста спортивной квалификации. У мужчин к уровню МС выявлено увеличение длины верхнего отрезка (p=0,001), руки (p=0,024), в частности плеча (p=0,018), а также длины ноги (p=0,004) за счет мыщелковой высоты, различающей КМС и МСМК (p=0,047). У женщин, напротив, отмечено снижение длины верхнего сегмента тела при увеличении длины ноги (p=0,012*) за счет бедра (p=0,037***) и стабильных показателей длины верхних конечностей. Выявленные изменения пропорций тела и конечностей являются результатом селективного отбора, обеспечивающего биомеханическую и метаболическую оптимизацию выполнения специфических двигательных задач в лазании на скорость с учетом половых различий.

Для квалификационной дифференциации показателей физической подготовленности скалолазов высокой квалификации (табл. 2) в дисциплине «лазание на скорость» применялся однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с поправкой Тьюки-Крамера.

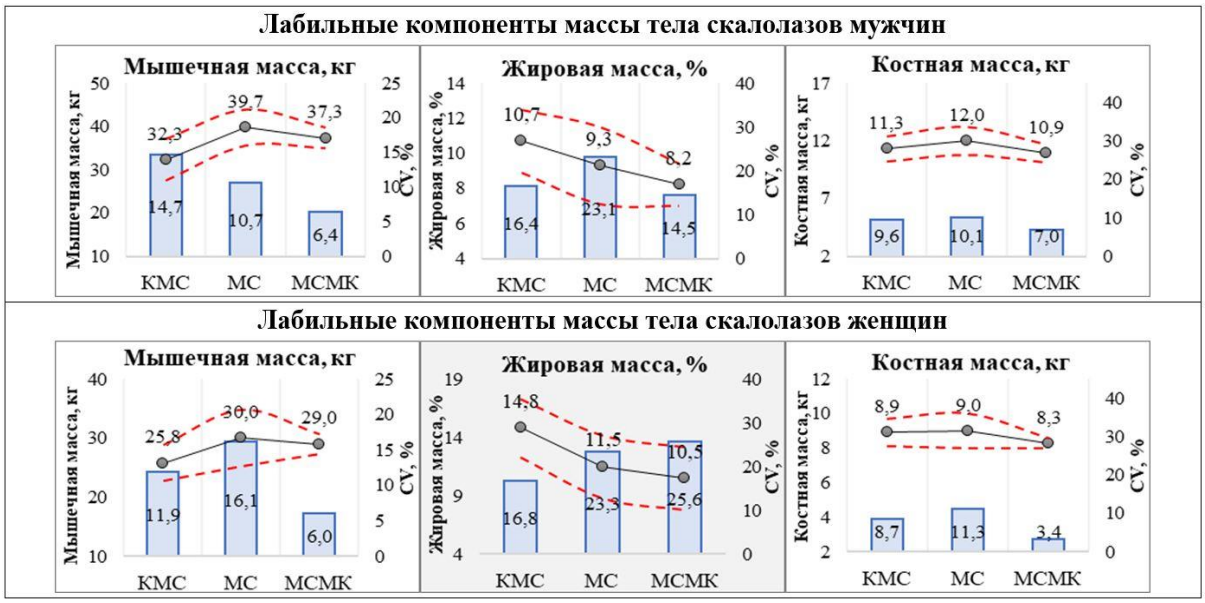


Рис. 2. Динамика лабильных компонентов массы тела с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

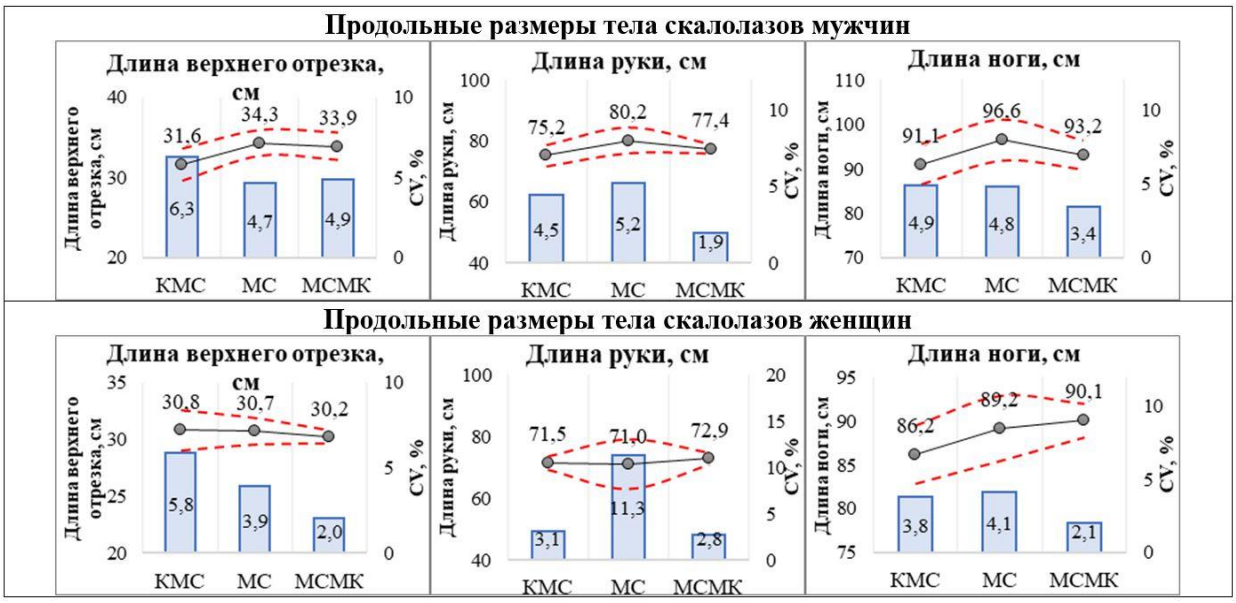


Рис. 3. Динамика продольных размеров тела скалолазов с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

У мужчин выявлены статистически значимые различия показателей взрывной и реактивной силы мышц нижних конечностей (рис. 4) между КМС и МСМК по высоте и относительной мощности прыжка из приседа (p=0,001; p=0,001) и прыжка с подседанием (p=0,001; p=0,034); у женщин обнаружены достоверные различия взрывной силы нижних конечностей между КМС и МС по относительной мощности прыжка из приседа (p=0,018), а также между КМС и МСМК по высоте (p=0,044) и относительной мощности прыжка из приседа (p=0,037). Повышение спортивной квалификации у мужчин и женщин сопровождается выраженным изменением взрывных способностей (быстрое нарастание мышечной силы) и реактивных способностей мышц нижних конечностей (использование энергии упругой деформации в цикле растяжения-укорочения мышц), что подчеркивает необходимость целенаправленного развития скоростно-силовых способностей в процессе спортивной подготовки.

Таблица 2

Показатели физической подготовленности спортсменов разного пола и квалификации в дисциплине «лазание на скорость», M±σ

Упражнение	Показатель	Мужчины			Женщины		
		КМС	МС	МСМК	КМС	МС	МСМК
Прыжок с рук из виса	Отн. средн. мощность, Вт/кг	11,7±3,5	11,7±2,2	12,3±2,2	8,3±2,6	9,5±4,1	9,1±3
	Пиковая скорость, м/с	2,3±0,3	2,3±0,3	2,4±0,3	1,5±0,4	1,7±0,3	1,8±0,4
Прыжок из приседа	Высота прыжка SJ, м	0,4±0,1	0,4±0	0,4±0***	0,3±0	0,3±0	0,4±0***
	Отн. макс. мощность, Вт/кг	34±6,3	37,6±4	41,4±5,9***	25,6±4*	31,3±2,4	34,5±2***
Прыжок с подсед.	Высота прыжка CMJ, м	0,4±0,1	0,4±0	0,5±0***	0,3±0	0,3±0	0,4±0
	Отн. макс. мощность, Вт/кг	36,6±7,4	38,1±3,8	42,1±5,1***	27,5±5,1	31,6±2,6	35,8±1,6
Прыжок в глубину	Индекс реактив. силы, м/с	2,4±0,4	2,7±0,5	2,4±0,4	1,7±0,3	1,9±0,4	1,9±0,2
	Высота тумбы, см	35,3±11,8*	49,2±16,8	34,5±7,2	31,3±11	29,4±9,9	28,1±3,8
Тест 10/5	Индекс реактив.силы, м/с	1,5±0,5	1,6±0,3	1,5±0,3	1,6±0,5	1,5±0,4	1,6±0,2
Динамометрия рук	Абс. сила правой руки, кг	56±10,6*	66,8±11,4	67,1±10***	36,7±5,8	44,9±10,1	47,1±8,5
	Абс. сила левой руки, кг	54,5±10,2*	66,1±10,9	64,6±8,7***	35,3±6,6	40,1±6,9	42,7±9,3
Изом. тяга блока	Абс. сила тяги блока, кг	135,4±20,1*	157,4±16	148±16,1	90±15,6	104,3±14	108,9±8,4
	Отн. сила тяги блока, кг/кг	2±0,2	2,1±0,2	2,1±0,2	1,7±0,2	1,8±0,2	1,9±0,2
Изокин. сила мышц бедра	Максим. сила разгиб. ПБ, Н/м	203,1±59	240,1±48	235,9±32	137,9±30	173,8±21	178,1±27
	Максим. сила разгиб. ЛБ, Н/м	185,6±55	223,8±38	224±23	129,1±27	164,1±25	176,2±29
	Максим. сила сгиб. ПБ, Н/м	114,8±26	134±21	138,9±16***	74,8±13	94,1±10	89,4±15
	Максим. сила сгиб. ЛБ, Н/м	106,2±26*	127,9±19	132,1±15***	69±14	86,8±12	89,5±19
	Сил. вынос-ть разгиб. ПБ, Н/м	141,2±48*	175,4±26	169±25	89,5±20*	119,7±12	126±9
	Сил. вынос-ть разгиб. ЛБ, Н/м	136,5±42*	165±24	161,5±18	89,3±15	113,9±11	120,8±17
	Сил. вынос-ть сгиб. ПБ, Н/м	81,9±21	98,7±17	103,9±16***	53,6±8	66,8±6	68,4±9
	Сил. вынос-ть сгиб. ЛБ, Н/м	78,2±19*	97,6±18	102,8±11***	49,8±9	63,2±6	67,1±10
	Скорост. сила разгиб. ПБ, Н/м	106,4±41	129,1±22	130,1±18	68,7±19	89,7±9	95,3±6
	Скорост. сила разгиб. ЛБ, Н/м	101,4±39	124,3±24	125,3±19	70±15	87,2±10	90,7±8
	Скоростная сила сгиб. ПБ, Н/м	61±18	71,5±12	77,2±14***	39,7±6	47,6±3	54,5±6
	Скоростная сила сгиб. ЛБ, Н/м	58,5±17*	73,1±15	76±12***	37,7±8	46,3±6	51,5±7
Тест PWC-170	Мощность 1 нагрузки	95,8±29,6*	122,3±12	120,4±14,1***	56,3±14,2*	77,5±9,4	83±4,5
	ЧСС 1 нагрузки, уд/мин	125,2±6,5	123±7,6	125,2±6,9	128,4±6,3	128,3±9,2	125,8±5,1
	Мощность 2 нагрузки, Вт	158,9±54,1*	196,2±20	180,4±20,5	91,8±22,9	123,6±21	123±9,7
	ЧСС 2 нагрузки, уд/мин	156,7±7,4	156,6±8,7	155,5±10,5	155,2±8,1	157,4±7,9	152,4±4,2
	Мощность PWC-170, Вт	194,2±67,5	228,4±30	213,1±39,4	115,4±32	144,1±26	149,3±14
Тест Вингейт	Абс. макс. мощность, Вт	760,8±136,9*	909±100	846,4±82,5	497,7±77	579±126,9	582,8±18
	Абс. сред. мощность, Вт	629,4±118,8*	767,2±84	742,6±73,5***	436,3±62	476,4±64	502,3±18
	Время дост. макс. мощ., с	8,2±1,6	7,7±1,7	8,2±2,3	8,1±1,4	7,5±2,2	9,1±1,4
	Ско-ть дост. макс. мощ., м/с	1,4±0,4	1,6±0,4	1,5±0,3	1,1±0,3	1,4±0,4	1,1±0,2

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; * – статистически значимые различия между КМС и МС; SJ – вертикальный прыжок с двух ног из приседа; CMJ – вертикальный прыжок с подседанием; ПБ – правое бедро; ЛБ – левое бедро; ЧСС – частота сердечных сокращений; ** – статистически значимые различия между МС и МСМК; *** – статистически значимые различия между КМС и МСМК.

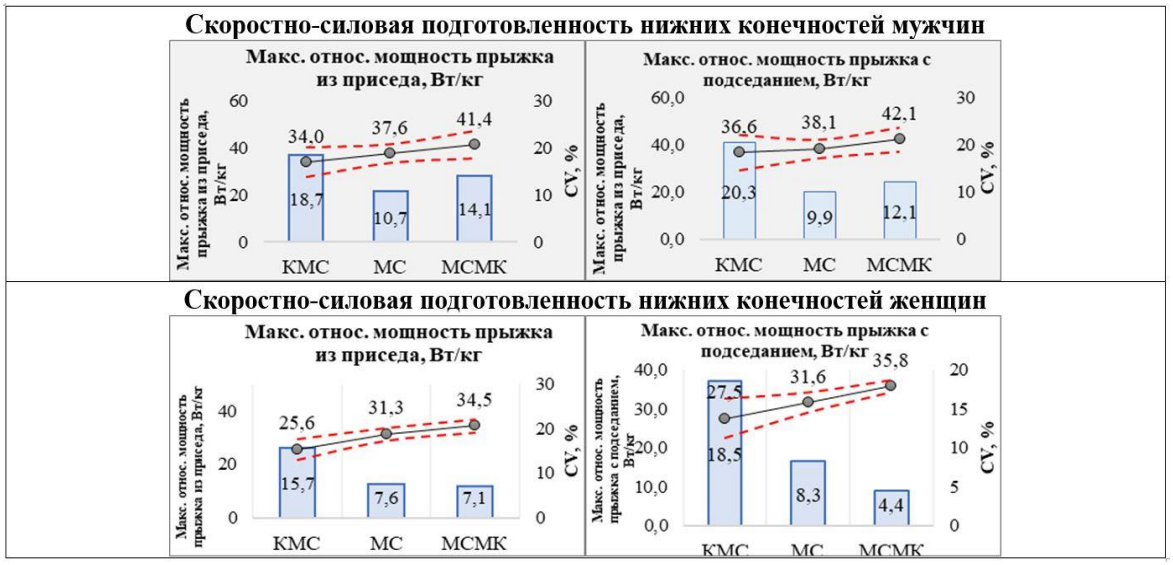


Рис. 4. Динамика скоростно-силовой подготовленности с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

У мужчин выявлены статистически значимые межквалификационные различия показателей силовой подготовленности верхних конечностей и мышц спины (рис. 5): от КМС до МС возрастает абсолютная максимальная сила мышц правой (p=0,019) и левой рук (p=0,003), а также верхних конечностей и спины (p=0,015); между КМС и МСМК отмечен рост абсолютной максимальной силы правой (p=0,032) и левой рук (p=0,038). У женщин зафиксирована тенденция к увеличению абсолютной силы с ростом спортивного мастерства, однако достоверных различий между квалификационными группами не выявлено. Таким образом, повышение спортивной квалификации у мужчин сопряжено с существенным приростом силы соответствующих мышечных групп, тогда как у женщин изменения носят преимущественно трендовый характер и могут объясняться долговременной адаптацией к специфическим тренировочным воздействиям в данном виде спорта.

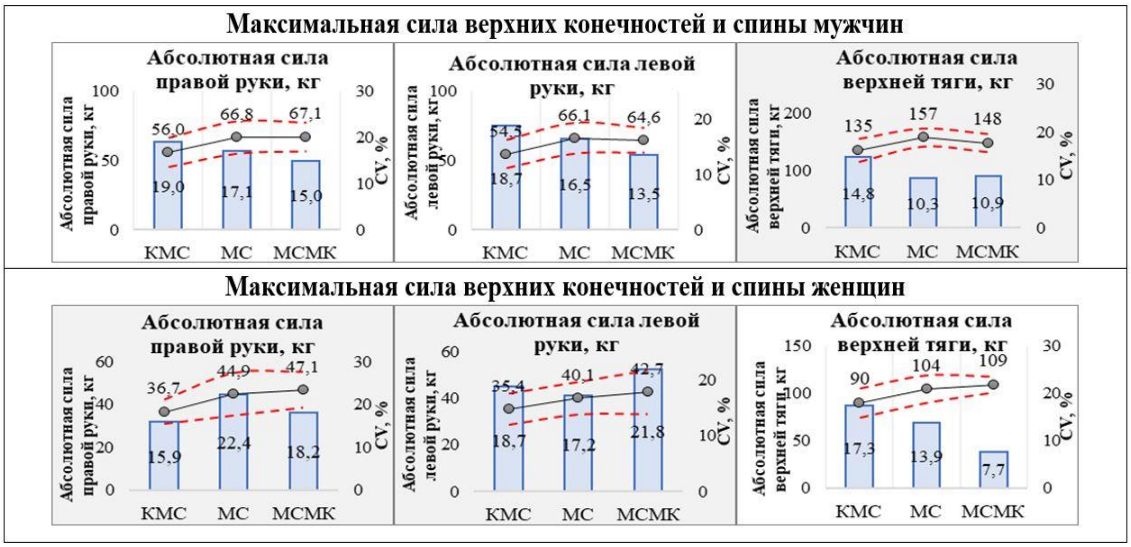


Рис. 5. Динамика силовой подготовленности верхних конечностей и спины с учетом спортивной квалификации
Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Увеличение силовых показателей мышц нижних конечностей (рис. 6) отмечается в дисциплине «лазание на скорость» при переходе от КМС к МС: у мужчин статистически значимо повышаются максимальная сила (p=0,031), силовая выносливость (p=0,009) и скоростная сила сгибателей левого бедра (p=0,039), а также силовая выносливость разгибателей правого (p=0,023) и левого (p=0,034) бедер; у женщин – силовая выносливость разгибателей правого бедра (p=0,047). Вероятной причиной половых различий является более раннее достижение дефинитивного статуса у женщин. Сопоставление МС и МСМК выявляет лишь умеренное нарастание силовых показателей, что указывает на достижение высоких функциональных возможностей и формирование относительного плато развития силы на данном уровне спортивной квалификации.

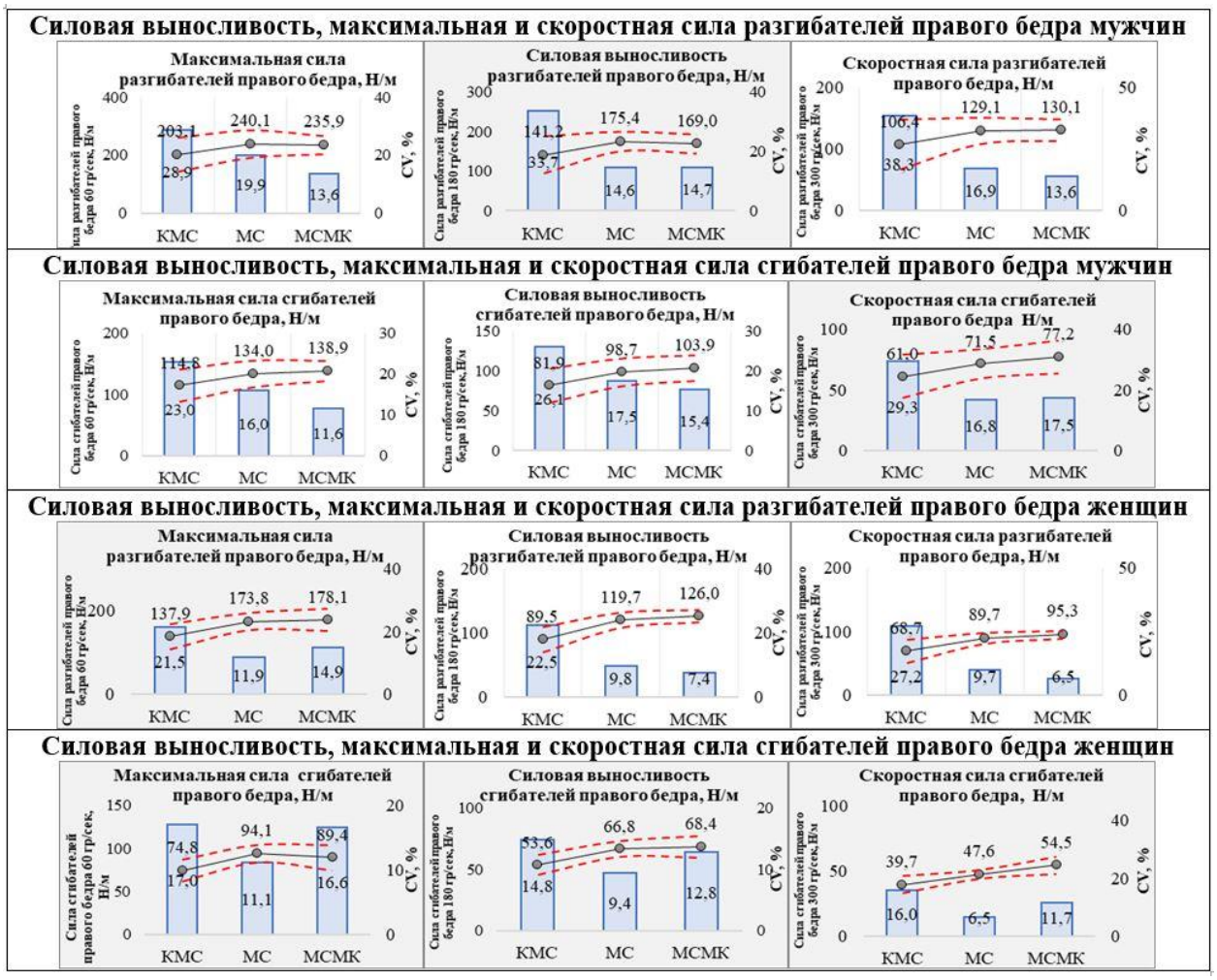


Рис. 6. Динамика силовой подготовленности нижних конечностей с учетом спортивной квалификации

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Повышение физической работоспособности в тесте PWC170 (рис. 7) отмечается у скалолазов обоих полов по мере роста спортивной квалификации, что отражает адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы к систематическим тренировочным нагрузкам: между КМС и МС выявлены статистически значимые различия мощности первой и второй нагрузки у мужчин (p=0,000; p=0,004) и первой нагрузки у женщин (p=0,003). Прирост анаэробно-алактатной производительности при переходе от КМС к МС наблюдается у мужчин по показателям абсолютной максимальной (p=0,000) и средней (p=0,004) анаэробно-алактатной мощности в тесте Вингейт; у женщин наблюдается аналогичная тенденция без статистической значимости. Выявленные

закономерности могут объясняться особенностями системы спортивной подготовки, предполагающей целенаправленное воздействие на аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения. На уровне МСМК наблюдается уменьшение вариативности показателей, что может объясняться более жесткими требованиями к функциональным системам энергообеспечения у спортсменов высокой квалификации.

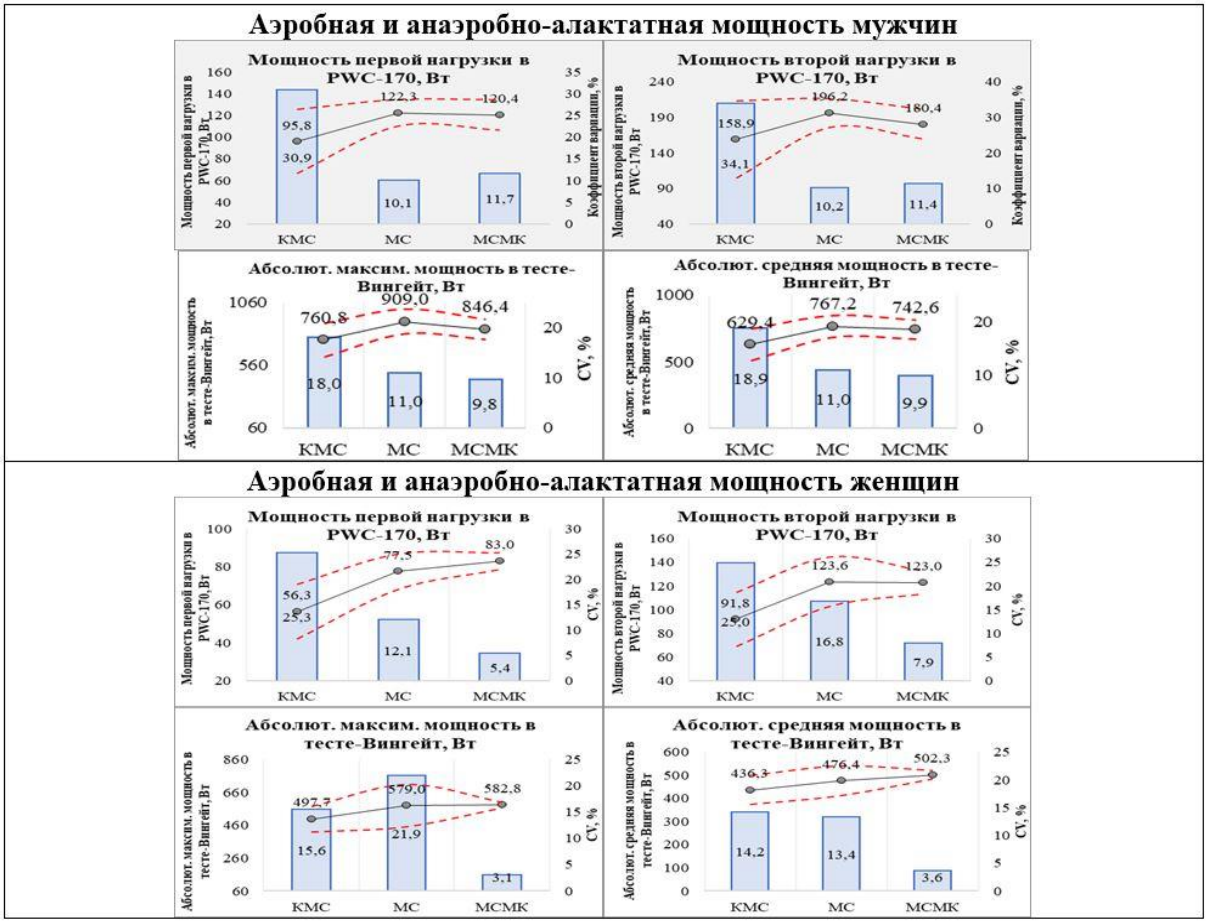


Рис. 7. Динамика аэробной и анаэробно-алактатной мощности с учетом спортивной квалификации

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта; МСМК – мастер спорта международного класса; ◦—◦ ср. знач.; - - - ± ст. откл.; ▯ коэф. вариац, %.

Заключение. В исследовании морфофункциональных и физических показателей скалолазов высокой квалификации, специализирующихся в дисциплине «лазание на скорость», выявлены квалификационные различия с учетом пола по комплексу параметров, отражающие направленность и специфику спортивного отбора в многолетней спортивной подготовке:

- особенности телосложения: длина тела у мужчин варьирует в пределах 171-177 см, у женщин – от 163 до 165 см; преимущество имеют мужчины с более удлиненными туловищем и верхней конечностью (включая плечо), женщины – с более длинной нижней конечностью за счет бедра;

- компонентный состав тела: направленное увеличение мышечной массы (мужчины – до 52-54%, женщины – до 48-54%) при снижении жировой (мужчины – до 7-9%, женщины – до 8-12%) и костной массы (мужчины – до 14-16%, у женщин – до 14%);

- взрывная сила: для нижних конечностей – статистически значимый прирост до 42 Вт/кг у мужчин и 35 Вт/кг у женщин; для верхних конечностей – равномерное, статистически незначимое увеличение до 12 Вт/кг у мужчин и 9 Вт/кг у женщин;

- силовые способности мышц туловища и рук: у мужчин – достоверное повышение до 2,1 кг/кг и 1,0 кг/кг соответственно; у женщин – направленный, но менее

выраженный прирост без статистической значимости (до 1,9 кг/кг для мышц туловища и 0,8 кг/кг для мышц рук);

- силовые способности мышц нижних конечностей: при переходе от КМС к МС увеличение максимальной силы разгибателей и сгибателей бедра до 3,3 и 2,0 Н/м/кг у мужчин и 3,1 и 1,6 Н/м/кг у женщин; силовой выносливости – до 2,2 и 1,4 Н/м/кг у мужчин и 2,1 и 1,2 Н/м/кг у женщин; между уровнями МС и МСМК формируется функциональное «плато»;

- физическая работоспособность (3 Вт/кг у мужчин, 2,6 Вт/кг у женщин) и максимальная анаэробно-алактатная мощность (12 Вт/кг у мужчин, 10,3 Вт/кг у женщин) увеличиваются к уровню МС; на этапе МСМК вариативность показателей снижается вследствие ужесточения требований к системам энергообеспечения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земцова, Ю.С. Особенности морфофункционального статуса и физической подготовленности спортсменов, влияющие на успешность выступления в дисциплине «лазание на скорость» (анализ зарубежных публикаций) / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Вестник спортивной науки. – 2024. – № 4. – С. 85-89.
2. Земцова, Ю.С. Методы оценивания физической подготовленности в дисциплине «лазание на скорость» / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Вестник спортивной науки. – 2025. – № 4. – С. 14-20.
3. A Comparison of Male and Female Teenage Sport Rock Climbers from a High School Climbing League / C. Moss, M. Kunz, K.J. Adams [et al.] // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2001. – Vol. 33. – No. 5. – P. 247.
4. Magiera, A. The Climbing Preferences of Advanced Rock Climbers / A. Magiera, R. Roczniok // Human Movement. – 2013 – Vol. 14(3). – P. 254-264.
5. Informativeness of Vertical Jump Attempts with Deferring Spatial Structure in Speed Climbing / M. Krawczyk, M. Pociecha, M. Ozimek, P. Draga // Journal of Kinesiology and Exercise Sciences. – 2021. – Vol. 31(95). – P. 11-16.
6. Harper, D. The 10 to 5 Repeated Jump Test. A New Test for Evaluating Reactive Strength / D. Harper, S. Hobbs, J. Moore // Annual Student Conference, Integrations and Innovations: An Interdisciplinary Approach to Sport and Exercise Science, University of Chester, 12-13 April 2011. – Chester, 2011. – P. 120.
7. An Attempt to Identify Meaningful Descriptors of Handgrip Strength Using a Novel Prototype: Preliminary Study / D. Urbano, M.T. Restivo, T.F. Amaral [et al.] // Information (Switzerland). – 2020. – Vol. 11(12). – P. 546-556.
8. Isokinetic Strength of Knee Flexors and Extensors in Very Young Soccer Players / T. Maly, F. Zahalka, L. Mala, J. Teplan // British journal of sports medicine. – 2013. – Vol. 47(10). – P. 53-60.
9. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
10. Bar-Or, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports medicine. – 1987. – Vol. 4(6). – P. 381-394.

REFERENCES

1. Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Features of morphofunctional status and physical fitness of athletes influencing success in the discipline “speed climbing” (analysis of foreign publications). *Bulletin of Sports Science*, 2024, no. 4, pp. 85-89. (in Russ.)
2. Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Methods for assessing physical fitness in the discipline “speed climbing”. *Bulletin of Sports Science*, 2025, no. 4, pp. 14-20. (in Russ.)
3. Moss C., Kunz M., Adams K.J. et al. A Comparison of Male and Female Teenage Sport Rock Climbers from a High School Climbing League. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001, vol. 33, no. 5, p. 247.
4. Magiera A., Roczniok R. The Climbing Preferences of Advanced Rock Climbers. *Human Movement*. 2013, vol. 14, no. 3, pp. 254-264.
5. Krawczyk M., Pociecha M., Ozimek M., Draga P. Informativeness of Vertical Jump Attempts with Deferring Spatial Structure in Speed Climbing. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences*. 2021, vol. 31, no. 95, pp. 11-16.
6. Harper D., Hobbs S., Moore J. The 10 to 5 Repeated Jump Test. A New Test for Evaluating Reactive Strength. *Annual Student Conference, Integrations and Innovations: An Interdisciplinary Approach to Sport and Exercise Science*. University of Chester in April 12-13, Chester, 2011, p. 120.
7. Urbano D., Restivo M.T., Amaral T.F., Abreu P., Chouzal M.D. An Attempt to Identify Meaningful Descriptors of Handgrip Strength Using a Novel

Prototype: Preliminary Study. *Information (Switzerland)*. 2020, vol. 11, no. 12, pp. 546-556.
8. Maly T., Zahalka F., Mala L., Teplan J. Isokinetic Strength of Knee Flexors and Extensors in Very Young Soccer Players. *British journal of sports medicine*. 2013, vol. 47, no. 10, pp. 53-60.
9. Karpman V.L., Belotserkovsky Z.B., Gudkov I.A. Testing in sports medicine. Moscow: Fizicheskaya kul'tura i sport, 1988, 208 p. (in Russ.)
10. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports medicine*. 1987, vol. 4, no. 6, pp. 381-394.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Юлия Сергеевна Земцова – аспирант, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», Москва, e-mail: yulia_sergeevna_97@mail.ru.
Тамара Федоровна Абрамова – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории проблем комплексного сопровождения спортивной подготовки, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», Москва, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yulia S. Zemtsova – Postgraduate Student, Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, e-mail: yulia_sergeevna_97@mail.ru.
Tamara F. Abramova – Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Problems of Integrated Support of Sports Training, Federal Science Center for Physical Culture and Sport, Moscow, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.

Для цитирования: Земцова, Ю.С. Морфологический статус и физическая подготовленность скалолазов высокой квалификации в дисциплине «лазание на скорость» / Ю.С. Земцова, Т.Ф. Абрамова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9

For citation: Zemtsova Yu.S., Abramova T.F. Morphological status and physical fitness of highly qualified climbers in speed climbing. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_9

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_10
УДК 796.012.1; 612.83

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_10
UDC 796.012.1; 612.83

ВЛИЯНИЕ СЕАНСА ПАРНОЙ АССОЦИАТИВНОЙ СТИМУЛЯЦИИ С ОПЕРЕЖЕНИЕМ ПРИБЫТИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОГО СТИМУЛА НА СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

С.М. Иванов, Р.М. Городничев
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», г. Великие Луки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье рассматриваются эффекты сеанса парной ассоциативной стимуляции моторной коры и спинного мозга с сопряжением возбуждающих потенциалов на уровне спинальных мотонейронов и опережением прибытия транскраниального магнитного стимула на 10 мс. Цель работы состояла в определении влияния сеанса парной ассоциативной стимуляции на скоростно-силовые характеристики максимального произвольного подошвенного сгибания стопы. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 9 бегунов на короткие и средние дистанции. Участники исследования выполняли максимальное подошвенное сгибание стопы (в изометрическом режиме) на комплексе Biodex System 3. Выполнялись транскраниальная магнитная стимуляция моторной зоны коры головного мозга и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга. ***Результаты.*** Сеанс парной ассоциативной стимуляции приводит к значительному повышению величины максимального произвольного изометрического усилия и усилия, развиваемого испытуемым за первые 100 мс движения, а также к уменьшению времени достижения максимального усилия и 50% от него. Такие изменения могут быть объяснены зарегистрированным увеличением амплитуды и частоты турнов электромиограмм рабочих мышц в фазе напряжения при выполнении усилия. ***Заключение.*** Сеанс стимуляции, состоящий из 100 пар стимулов, может быть использован в качестве дополнительного средства при развитии скоростно-силовых свойств двигательной системы человека.

Ключевые слова: парная ассоциативная стимуляция, скоростно-силовые качества, транскраниальная магнитная стимуляция, стимуляция спинного мозга.

THE EFFECT OF PAIRED ASSOCIATIVE STIMULATION WITH A TRANSCRANIAL STIMULUS ADVANCE ARRIVAL ON THE HUMAN'S VOLUNTARY CONTRACTION SPEED-STRENGTH CHARACTERISTICS

S.M. Ivanov, R.M. Gorodnichev
Velikiye Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikiye Luki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article shows the effect of a session of paired associative stimulation of the motor cortex and spinal cord, targeted to the spinal motor neurons and with arrival of a transcranial magnetic stimulus by 10 ms before the spinal one. The aim of the study was to determine the functional effect of the stimulation session on the speed-strength characteristics of the maximum voluntary plantar flexion. ***Methods.*** The study involved 9 short- and medium-distance runners. The participants performed maximum voluntary plantar flexion (isometric mode) on the Biodex System 3 complex. We conducted transcranial magnetic stimulation of the motor cortex and percutaneous electrical stimulation of the spinal cord roots at L2-L3 level. ***Results.*** The stimulation session led to a significant increase of the maximum voluntary isometric contraction and the effort developed by the subject during the first 100 ms of movement, as well as to a decrease in the time to achieve the maximal contraction and 50% of it. These changes can be explained by the working muscles electromyogram's amplitude and frequency increasing at the force developing phase when performing the maximal contraction. ***Conclusion.*** The paired associative stimulation session, consisting of 100 pairs of stimuli, can be used as an additional tool for developing of the human speed-strength abilities.

Keywords: paired associative stimulation, speed-strength abilities, transcranial magnetic stimulation, spinal cord stimulation.

Введение. Интерес к исследованию способов целенаправленного изменения функциональных связей головного и спинного мозга существенно возрос в последние годы после того, как были получены экспериментальные доказательства возможности применения метода парной ассоциативной стимуляции (ПАС) для улучшения двигательной реабилитации после приобретенных повреждений головного мозга, таких как инсульт [1], а также повреждений спинного мозга [2-6]. Метод ПАС предусматривает повторное сопряжение процессов возбуждения в корковых нейронах или в нейронах спинного мозга, вызываемых одиночными магнитными стимулами моторной коры и электрическим воздействием на периферический нерв [5] или на задние корешки спинного мозга [3, 7]. При этом регуляция сопряжения процессов возбуждения на корковых мотонейронах либо на уровне спинальных мотонейронов достигается за счет регуляции интервала между магнитным и электрическим стимулами, длительность которого подбирается индивидуально для каждого испытуемого на основе разницы в латентности моторных ответов на стимуляцию исследуемых нейрональных структур.

К настоящему времени получены данные о зависимости эффектов ПАС от последовательности поступления магнитных и электрических стимулов на целевые мотонейроны и временного интервала между ними. Так, в работе Фельдмана (2012 г.) показано, что время возникновения спайка наряду с некоторыми другими параметрами стимуляции (частоты возбуждения, постсинаптического напряжения) является важным условием формирования долговременной потенциации целевых нейронов [8]. В публикации A. Shulga с соавторами (2015) экспериментально доказано, что 20-минутная ПАС с одновременным поступлением вызываемых магнитным и электрическим стимулами процессов возбуждения на спинальные мотонейроны приводит к повышению кортикоспинальной возбудимости [9]. В то же время, при использовании ПАС, когда афферентный импульс поступал к спинальным мотонейронам за 5 мс до кортикоспинального импульса, изменение возбудимости не отмечалось [7].

Ранее нами была показана принципиальная возможность использования ПАС с одновременным поступлением возбуждающих сигналов к спинальным мотонейронам для повышения скоростно-силовых характеристик максимального произвольного сокращения (МПС) на примере подошвенного сгибания стопы. Было зарегистрировано увеличение скорости достижения максимальной силы и скорости расслабления после выполнения МПС под воздействием ПАС [10]. В недавно проведенных экспериментах нами показана зависимость кортикоспинальной возбудимости от внутристимульного интервала ПАС, последовательности поступления стимулов, составляющих пару, и интенсивности магнитного стимула. В процессе этого исследования было установлено, что наиболее эффективные параметры стимуляции с точки зрения повышения кортикоспинальной возбудимости мотонейронов мышц-сгибателей голени посредством ПАС обеспечиваются использованием надпорогового уровня стимула транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) при условии его поступления к спинальным мотонейронам на 10 мс раньше импульса, наносимого на спинной мозг ($ПАС_{10}$) [11]. В связи с вышеизложенным цель данного исследования состояла в выявлении эффекта сеанса $ПАС_{10}$ на скоростно-силовые характеристики максимального произвольного движения человека.

Методы и организация исследования. Исследование проведено на базе Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры Великолукской государственной академии физической культуры и спорта (ФГБОУ ВО ВЛГАФК) на 9 практически здоровых спортсменах в возрасте от 18 до 25 лет, квалификации от III разряда до кандидатов в мастера спорта, специализирующихся в беге на короткие и средние дистанции. Испытуемые подписали письменное информированное согласие на участие в экспериментах. Протокол исследования был одобрен комиссией по этике исследований ФГБОУ ВО ВЛГАФК.

Протокол исследования предусматривал однократное посещение лаборатории. Все исследования проводились в утреннее время, испытуемые накануне не подвергались большим нагрузкам. Участники исследования выполняли максимальное подошвенное сгибание стопы (в изометрическом режиме) на комплексе Biodex System 3. Испытуемый располагался в кресле Biodex, согласно инструкции комплекса, при измерении силы подошвенного сгибания стопы. Участник выполнял три тестовые попытки с паузой отдыха 30 секунд между ними в каждом из экспериментальных условий (до ПАС, непосредственно после ПАС, спустя 5 и 10 минут после завершения ПАС). Методика регистрации скоростно-силовых параметров тестового движения была идентична предыдущим исследованиям [10]. Оценивали МПС, величину усилий, развиваемых спортсменом в первые 50, 100, 150 и 200 мс тестового движения, а также скорость достижения максимальной силы и 50% от максимума, скорость полурасслабления (снижение усилия до уровня 50% от МПС).

В процессе реализации МПС регистрировали электромиограмму (ЭМГ) мышц голени – передней большеберцовой (ТА), медиальной икроножной (GM) и камбаловидной (Sol) посредством 8-канального электромиографа «Нейро-МВП 8» (ООО «Нейрософт», Россия). Анализировали амплитуду и частоту турнов ЭМГ в процессе всего тестового движения, а также отдельно в фазе развития напряжения и расслабления.

ТМС моторной зоны коры головного мозга и чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ) осуществлялись по той же методике, что и в предыдущей серии экспериментов [10].

Сеанс ПАС включал нанесение испытуемому 100 пар стимулов в течение 800 секунд. Каждая пара состояла из подающегося первым на кортикальную моторную зону одиночного стимула ТМС амплитудой 110% от моторного порога (МП) GM и подаваемого с определенной временной задержкой относительно ТМС одиночного стимула ЧЭССМ амплитудой 130% от МП GM. Расчет интервала между стимулами ТМС и ЧЭССМ в паре производился индивидуально для каждого участника путем вычитания длительности латентного периода ответов, вызванных тестовым стимулом ЧЭССМ из латентности вызванных моторных ответов (ВМО) при ТМС и прибавления к полученной величине 10 мс. Интервал между двумя стимулами в каждой паре ПАС, как и интервал между парами стимулов, контролировались разработанным нами прибором [12]. Данный прибор осуществлял запуск магнитного и электрического стимуляторов.

Математико-статистическая обработка данных включала расчет среднего арифметического значения (M), стандартной ошибки среднего (m) и стандартного отклонения (σ). Для оценки выраженности изменений исследуемых показателей рассчитывалось их процентное соотношение в различных экспериментальных условиях. Статистическая значимость различий данных, полученных до и после стимуляционного воздействия, определялась с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим апостериорным анализом по критерию Фишера при уровне значимости $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ результатов показал, что исследуемые параметры произвольного максимального подошвенного сгибания стопы подверглись значительным изменениям под воздействием сеанса $ПАС_{10}$. Так, величина МПС непосредственно после стимуляции возросла на 8%, а к 10 минуте отдыха увеличение составляло 9%. Усилие, развиваемое спортсменом за первые 100 мс тестового движения, достоверно увеличилось под воздействием $ПАС_{10}$ на 42% с 26,9 Нм до 38,25 Нм к 5 минуте отдыха. Тенденция к увеличению развиваемого усилия отмечалась и в остальных исследуемых временных интервалах (рис.).

Время достижения исходной МПС достоверно сокращалось относительно фоновых значений во всех экспериментальных условиях (табл. 1). Так, непосредственно после сеанса $ПАС_{10}$ зарегистрировано сокращение времени достижения МПС относительно фона на 32%, а через 5 и 10 минут отдыха – на 43% и 36% соответственно. Время достижения 50% от МПС также достоверно сокращалось после сеанса $ПАС_{10}$. Наибольшее снижение зарегистрировано по

завершению 5 минуты отдыха – на 21% (табл. 1).

Длительность полного расслабления после сеанса ПАС$_{10}$ изменялась недостоверно. Однако, стоит отметить, что в некоторых экспериментальных условиях зарегистрирована тенденция к увеличению времени полного расслабления и полурасслабления после сеанса ПАС$_{10}$. Так, после 10 минут отдыха время полурасслабления возросло на 20%. Тем не менее, время расслабления с усилия в 50% от максимума во всех экспериментальных условиях имело тенденцию к сокращению: на 5,5%, 1,8% и 15% сразу после сеанса ПАС$_{10}$, через 5 и 10 минут соответственно (табл. 1).

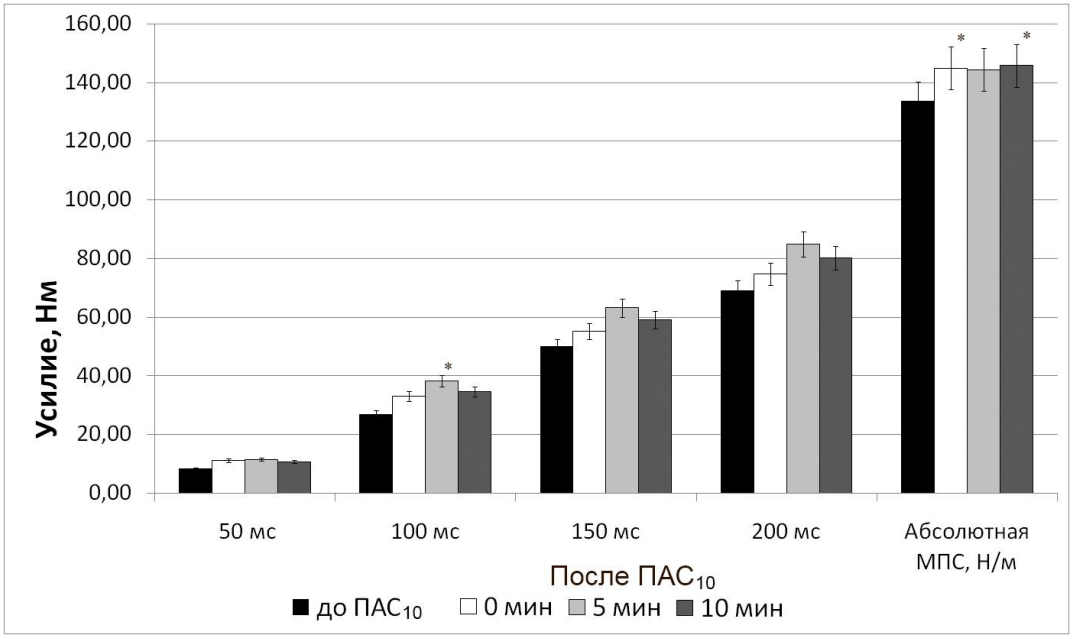


Рис. Динамика усилия, развиваемого за первые 50, 100, 150 и 200 мс выполнения максимального подошвенного сгибания стопы, при воздействии сеанса ПАС$_{10}$

Примечание: * – статистически значимые изменения относительно фоновой величины ($p<0,05$); ПАС$_{10}$ – прибытие транскраниального магнитного стимула на 10 мс.

Под воздействием сеанса ПАС$_{10}$ изменились и электромиографические характеристики мышечной активности при выполнении тестового движения. В фазе развития напряжения амплитуда турнов GM достоверно увеличивалась во всех экспериментальных условиях в сравнении с фоном на 42,84%, 34,01% и 34,42% соответственно сразу после сеанса ПАС, через 5 и 10 минут (табл. 2).

Таблица 1

Параметры МПС при изометрическом максимальном подошвенном сгибании стопы до воздействия сеанса ПАС$_{10}$ и через 0, 5, 10 минут после его завершения, M±m

Параметр МПС	Время, мс			
	До ПАС$_{10}$ (фон)	0 мин	5 мин	10 мин
Достижение МПС	825,00±39	555,83±21*	468,33±33*	525,00±28*
Достижение 50% от МПС	200,83±23	168,33±34	157,50±19*	174,17±27
Расслабление	551,67±29	578,33±41	610,0±32	561,67±31
Полурасслабление	193,33±27	206,67±21	184,17±28	233,33±28
Расслабление с 50% от МПС	361,67±36	341,67±26	355,00±23	307,50±34

Примечание: МПС – максимальное произвольное изометрическое усилие; ПАС$_{10}$ – прибытие транскраниального магнитного стимула на 10 мс; * – статистически значимые изменения относительно фонового показателя ($p<0,05$).

Таблица 2

Средняя амплитуда ЭМГ при выполнении максимального подошвенного сгибания стопы, M±m

Экспериментальное условие	Средняя амплитуда турнов ЭМГ, мкВ					
	Напряжение			Расслабление		
	TA	GM	Sol	TA	GM	Sol
До $ПАС_{10}$	130±7	292±42	493±60	128±16	180±16	217±18
0 мин	183±35*	417±60*	588±81*	210±58*	249±46*	207±22
5 мин	176±35*	391±58*	525±85	218±52*	246±37*	198±15
10 мин	180±37*	393±55*	513±82	171±38*	234±26*	216±30

Примечание: * – статистически значимые изменения относительно фона (p<0,05); ЭМГ – электромиография; $ПАС_{10}$ – прибытие транскраниального магнитного стимула на 10 мс; TA – передняя большеберцовая мышца; GM – медиальная икроножная мышца; Sol – камбаловидная мышца.

Амплитуда GM и TA достоверно возросла относительно фона в фазе расслабления на 38,57% и 64,3% соответственно (табл. 2). Тенденция к увеличению средней амплитуды турнов зарегистрирована у всех мышц практически во всех экспериментальных условиях в сравнении с фоновыми показателями за исключением камбаловидной мышцы в фазе расслабления, у которой установлена тенденция к небольшому снижению средней амплитуды турнов.

Средняя частота турнов ЭМГ в процессе выполнения тестового движения после нанесения сеанса ПАС10 изменялась достоверно в нескольких случаях. Такие изменения наблюдались у TA сразу после сеанса ПАС10 и через 10 минут отдыха (табл. 2). У GM частота турнов ЭМГ увеличилась на 15,53% в фазе напряжения на 5 минуте отдыха в обеих представленных фазах движения. У мышцы Sol наблюдалось снижение частоты турнов к 10 минуте отдыха относительно фона (табл. 3). Следует отметить тенденцию к увеличению средней частоты турнов в подавляющем большинстве экспериментальных условий (табл. 3).

Зарегистрированные изменения можно объяснить укреплением кортикоспинальных синаптических связей нисходящих моторных путей и спинальных мотонейронов, поскольку, согласно предшествующим исследованиям, сеанс ПАС приводит к увеличению кортикоспинальной возбудимости, в то время как спинальная возбудимость значительным изменениям не подвергается [13].

Таблица 3

Средняя частота турнов ЭМГ при выполнении максимального подошвенного сгибания стопы, M±m

Экспериментальное условие	Средняя частота турнов ЭМГ, Т/с					
	Напряжение			Расслабление		
	TA	GM	Sol	TA	GM	Sol
До $ПАС_{10}$	173±22	308±41	205±27	224±29	400±61	282±25
0 мин	195±19*	331±39	212±20	274±37*	446±59	291±17
5 мин	186±20	346±29*	210±29	258±28	462±52*	270±27
10 мин	202±20*	324±43	191±23*	271±32*	441±54	244±22*

Примечание: * – статистически значимые изменения относительно фона (p<0,05); ЭМГ – электромиография; $ПАС_{10}$ – прибытие транскраниального магнитного стимула на 10 мс; TA – передняя большеберцовая мышца; GM – медиальная икроножная мышца; Sol – камбаловидная мышца.

Наблюдаемые эффекты воздействия сеанса $ПАС_{10}$, вероятно, реализуются посредством повышения частоты импульсации вовлекаемых в работу двигательных единиц (ДЕ) и рекрутированием большего числа быстрых высокопороговых ДЕ, о чем косвенно свидетельствует изменение частоты и значительное повышение амплитуды турнов ЭМГ рабочих мышц во время выполнения максимального усилия после сеанса $ПАС_{10}$.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует возможность использования сеанса $ПАС_{10}$ для целенаправленного влияния на скоростно-силовые характеристики произвольного движения человека. Наблюдаемые эффекты в целом положительно сказываются на развиваемой в процессе выполнения максимального подошвенного сгибания стопы абсолютной силе и скорости достижения как максимального усилия, так и 50% его величины. Сеанс $ПАС_{10}$ также приводит к увеличению усилия, развиваемого спортсменом за первые 100 мс максимального произвольного сокращения, что имеет важное значение для представителей скоростно-силовых видов спорта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hummel, F.C. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? / F.C. Hummel, L.G. Cohen // The Lancet Neurology. – 2006. – Vol. 5. – No. 8. – P. 708-712.
2. Long-term paired associative stimulation can restore voluntary control over paralyzed muscles in incomplete chronic spinal cord injury patients / A. Shulga, P. Lioumis, A. Zubareva [et al.] // Spinal cord series and cases. – 2016. – Vol. 2. – No. 1. – P. 1-9.
3. A systematic review of paired associative stimulation (PAS) to modulate lower limb corticomotor excitability: implications for stimulation parameter selection and experimental design / G. Alder, N. Signal, S. Olsen, D. Taylor // Frontiers in neuroscience. – 2019. – Vol. 13. – P. 895.
4. Neurophysiological changes after paired brain and spinal cord stimulation coupled with locomotor training in human spinal cord injury / T.S. Pulverenti, M. Zaaya, M. Grabowski [et al.] // Frontiers in Neurology. – 2021. – Vol. 12. – P. 627975.
5. A novel paired associative stimulation protocol with a high-frequency peripheral component: A review on results in spinal cord injury rehabilitation / A. Shulga, P. Lioumis, E. Kirveskari [et al.] // European Journal of Neuroscience. – 2021. – Vol. 53. – No. 9. – P. 3242-3257.
6. Long-term paired associative stimulation enhances motor output of the tetraplegic hand / A. Tolmacheva, S. Savolainen, E. Kirveskari [et al.] // Journal of neurotrauma. – 2017. – Vol. 34. – No. 18. – P. 2668-2674.
7. The immediate and short-term effects of transcutaneous spinal cord stimulation and peripheral nerve stimulation on corticospinal excitability / Y. Al'joboori, R. Hannah, F. Lenham [et al.] // Frontiers in Neuroscience. – 2021. – Vol. 15. – P. 749042.
8. Feldman, D.E. The spike-timing dependence of plasticity / D.E. Feldman // Neuron. – 2012. – Vol. 75. – No. 4. – P. 556-571.
9. The use of F-response in defining interstimulus intervals appropriate for LTP-like plasticity induction in lower limb spinal paired associative stimulation / A. Shulga, P. Lioumis, E. Kirveskari [et al.] // Journal of Neuroscience Methods. – 2015. – Vol. 242. – P. 112-117.
10. Ivanov, S.M. The Effect of Paired Associative Stimulation on the Speed-Strength Parameters of Human Voluntary Movement / S.M. Ivanov, V.N. Shlyakhtov, R.M. Gorodnichev // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. – 2024. – Vol. 60. – No. 6. – P. 2547-2556.
11. Иванов, С.М. Влияние длительности внутристимульного интервала и амплитуды стимула ТМС в составе парного ассоциативного стимула на кортикоспинальную возбудимость/ С.М. Иванов, Р.М. Городничев // Физическая культура, спорт, олимпизм: проблемы и перспективы: сборник статей III открытой научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. и 55-летию ВЛГАФК / редколлегия: В.Н. Шляхтов, Р.М. Городничев, Д.А. Белюков [и др.]. – Великие Луки, 2025. – 240 с.
12. Иванов, С.М. Синхронизирующее устройство для реализации парной ассоциативной стимуляции / С.М. Иванов, Р.М. Городничев // Физическая культура, спорт, олимпизм: проблемы и перспективы: Сборник статей II открытой научно-практической конференции, посвященной 10-летию XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи, 100-летию Великолукского уездного комитета по физической культуре, Великие Луки, 21 марта 2024 года. – Великие Луки: Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, 2024. – С. 60-65.
13. Влияние парной ассоциативной стимуляции на физические качества спортсменов / С.М. Иванов, Д.А. Вериго, Р.М. Городничев, В.Н. Шляхтов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2024. – № 4(50). – С. 125-133.

REFERENCES

1. Hummel F.C., Cohen L.G. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? *The Lancet Neurology*, 2006, vol. 5, no. 8, pp. 708-712.

2. Shulga A., Lioumis P., Zubareva A. et al. Long-term paired associative stimulation can restore voluntary control over paralyzed muscles in incomeplete chronic spinal cord injury patients. *Spinal cord series and cases*, 2016, vol. 2, no. 1, pp. 1-9.
3. Alder G., Signal N., Olsen S., Taylor D. A systematic review of paired associative stimulation (PAS) to modulate lower limb corticomotor excitability: implications for stimulation parameter selection and experimental design. *Frontiers in neuroscience*, 2019, vol. 13, p. 895.
4. Pulverenti T.S., Zaaya M., Grabowski M. et al. Neurophysiological changes after paired brain and spinal cord stimulation coupled with locomotor training in human spinal cord injury. *Frontiers in Neurology*, 2021, vol. 12, p. 627975.
5. Shulga A., Lioumis P., Kirveskari E., Savolainen S., Mäkelä J.P. A novel paired associative stimulation protocol with a high-frequency peripheral component: A review on results in spinal cord injury rehabilitation. *European Journal of Neuroscience*, 2021, vol. 53, no. 9, pp. 3242-3257.
6. Tolmacheva A., Savolainen S., Kirveskari E. et al. Long-term paired associative stimulation enhances motor output of the tetraplegic hand. *Journal of neurotrauma*, 2017, vol. 34, no. 18. pp. 2668-2674.
7. Al'joboori Y., Hannah R., Lenham F. et al. The immediate and short-term effects of transcutaneous spinal cord stimulation and peripheral nerve stimulation on corticospinal excitability. *Frontiers in Neuroscience*, 2021, vol. 15, p. 749042.
8. Feldman D.E. The spike-timing dependence of plasticity. *Neuron*, 2012, vol. 75, no. 4, pp. 556-571.
9. Shulga A., Lioumis P., Kirveskari E., Savolainen S., Mäkelä J.P., Ylinen A. The use of F-response in defining interstimulus intervals appropriate for LTP-like plasticity induction in lower limb spinal paired associative stimulation. *Journal of Neuroscience Methods*, 2015, vol. 242, p. 112-117.
10. Ivanov S.M., Shlyakhtov V.N., Gorodnichev R.M. The Effect of Paired Associative Stimulation on the Speed-Strength Parameters of Human Voluntary Movement. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 2024, vol. 60, no. 6, pp. 2547-2556.
11. Ivanov S.M., Gorodnichev R.M. The influence of the duration of the intrastimulus interval and the amplitude of the TMS stimulus as part of a paired associative stimulus on corticospinal excitability. Physical Culture, Sport, Olympism: Problems and Prospects: collection of articles of the III Open Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War of 1941-1945 and the 55th anniversary of the All-Russian Academy of Sciences. Shlyakhtov V.N., Gorodnichev R.M., Belyukov D.A. et al, ed. Velikiye Luki, 2025. 240 p. (in Russ)
12. Ivanov S.M., Gorodnichev R.M. Synchronizing device for the implementation of pair associative stimulation. Physical Culture, Sport, Olympism: Problems and Prospects: Collection of articles of the II Open Scientific and Practical Conference dedicated to the 10th Anniversary of the XXII Olympic Winter Games and XI Paralympic Winter Games 2014 in Moscow. Sochi, the 100th anniversary of the Velikiye Luki District Committee for Physical Culture (Velikiye Luki, March 21, 2024). Velikiye Luki: Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, 2024, pp. 60-65. (in Russ)
13. Ivanov S.M., Verigo D.A., Gorodnichev R.M., Shlyakhtov V.N. Influence of paired associative stimulation on athletes' physical qualities. *Physical education and sports training*, 2024, no. 4(50), pp. 125-133. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Сергей Михайлович Иванов – младший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, e-mail: sergiusvl@yandex.ru.
Руслан Михайлович Городничев – заведующий кафедрой физиологии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, e-mail: gorodnichev@vlgafc.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Sergej M. Ivanov – Junior Researcher, Velikiye Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikie Luki, e-mail: sergiusvl@yandex.ru.
Ruslan M. Gorodnichev – Head of the Department of Physiology and Sports Medicine, Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikiye Luki, e-mail: gorodnichev@vlgafc.ru.

Для цитирования: Иванов, С.М. Влияние сеанса парной ассоциативной стимуляции с опережением прибытия транскраниального стимула на скоростно-силовые характеристики произвольного движения человека / С.М. Иванов, Р.М. Городничев // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_10

For citation: Ivanov S.M., Gorodnichev R.M. The effect of paired associative stimulation with a transcranial stimulus advance arrival on the human's voluntary contraction speed-strength characteristics. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_10

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_11
УДК 796.322

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_11
UDC 796.322

ОЦЕНКА ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ГАНДБОЛИСТОВ С ДЕПРИВАЦИЕЙ СЛУХА

Т.А. Исаенко, Я.Е. Бугаец, А.С. Гронская, М.В. Малука
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Сведения о состоянии психомоторных способностей у квалифицированных гандболистов с депривацией слуха представляются важными для объективной оценки психофизиологической подготовленности и прогнозирования спортивной результативности. ***Методы.*** Тестировали пространственно-временные способности у 10 здоровых гандболистов и 10 спортсменов с депривацией слуха с использованием аппаратно-программного комплекса «Исследователь временных и пространственных свойств человека. Версия 2.1». ***Результаты.*** Сравнительный межгрупповой анализ психомоторных параметров у гандболистов показал отсутствие статистически значимых различий. Результаты количественного распределения исследуемых функций среди гандболистов с депривацией слуха чаще демонстрировали низкие показатели временных и пространственных сенсомоторных реакций. ***Заключение.*** Исследование психофизиологических параметров у высококвалифицированных сурдгандболистов позволят выявить компенсаторные механизмы, вносить коррекцию в тренировочный процесс.
Ключевые слова: психомоторные способности, гандболисты, сурдгандболисты.

ASSESSMENT OF PSYCHOMOTOR ABILITIES IN HANDBALL PLAYERS WITH HEARING DEPRIVATION

T.A. Isaenko, Ya.E. Bugaets, A.S. Gronskaya, M.V. Maluka
Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Information on the state of psychomotor abilities in qualified handball players with hearing deprivation seems important for an objective assessment of psychophysiological fitness and prediction of sports performance. ***Methods.*** Spatiotemporal abilities were tested in 10 healthy handball players and 10 athletes with hearing deprivation using the hardware and software complex “Researcher of temporal and spatial properties of a person. Version 2.1”. ***Results.*** Comparative intergroup analysis of psychomotor parameters in handball players showed no statistically significant differences. The results of the quantitative distribution of the studied functions among handball players with hearing deprivation more often demonstrated low rates of temporal and spatial sensorimotor reactions. ***Conclusion.*** The study of psychophysiological parameters in highly qualified handball players with hearing deprivation allows to identify compensatory mechanisms, to make correction in the training process.
Keywords: psychomotor abilities, handball players, handball players with hearing deprivation.

Введение. Гандбол отличается высоким уровнем развития координационных, тактических двигательных навыков у спортсменов, точным и быстрым выполнением двигательных действий при смене игровых ситуаций, когда необходимо принимать решение в условиях дефицита времени. Соответствующие требования, направленные на повышение эффективности спортивной деятельности, предъявляются и сурдгандболистам. Однако учебно-тренировочный процесс преимущественно разработан для здоровых спортсменов, тогда как для лиц с нарушением слуховой сенсорной системы необходимо учитывать функциональные и адаптационные свойства организма при выполнении двигательной активности [1].

Лица с ограниченными возможностями слуха характеризуются снижением эффективности моторики, дискоординацией движений структурных элементов тела, увеличением времени формирования двигательных навыков [2].

В научной литературе представлены отдельные исследования функциональных систем у сурдспортсменов. Применяемые

методики изучения психомоторных функций спортсменов с депривацией слуха, которые базируются на количественной оценке сопоставимых тестов, адекватны, валидны и позволяют быстро получить максимум информации об уровне напряжения регуляторных и функциональных систем [3].

Однако процесс, направленный на повышение эффективности спортивной подготовки и достижение высоких результатов, требует объективного контроля и анализа функционального состояния [4]. Нивелирование биоэнергетических, центральных и периферических факторов, ограничивающих физическую активность у гандболистов с депривацией слуха, возможно при постоянной оценке и адекватной коррекции полученных результатов.

Изучение психомоторных способностей сурдгандболистов, уровня активации сенсомоторных функций, реактивности центральной нервной системы представляется важным для объективной оценки развития адаптационно-компенсаторной реакции на предъявляемые нагрузки, внешние и внутренние воздействия, психофизиологической подготовленности и прогнозирования спортивной результативности.

Целью исследования явилось изучение психомоторных способностей квалифицированных сурдгандболистов.

Методы и организация исследования. На базе научной лаборатории кафедры физиологии Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма исследовали две группы квалифицированных гандболистов (кандидаты в мастера спорта (КМС), мастера спорта (МС)) 24±4 лет в подготовительный период учебно-тренировочного процесса. Первую составили 10 спортсменов с нормальным слухом, вторую – 10 глухих и слабослышащих гандболистов на основании диагноза тугоухости, согласно классификации Национальной медицинской ассоциации оториноларингологов России. Исследования осуществляли с соблюдением современных биоэтических норм.

Психомоторные способности спортсменов тестировали с использованием аппаратно-программного комплекса «Исследователь временных и пространственных свойств человека. Версия 2.1» [5]. Определяли параметры в блоке сенсомоторных реакций (время простой сенсомоторной реакции на свет, время реакции на движущийся объект и время реакции выбора) и блоке восприятия пространства (оценивание и отмеривание отрезков, оценивание и узнавание угловых величин).

Описывали центральные тенденции и вариации количественных параметров на основании медианы (Me) и межквартильного интервала (Q1 и Q3) с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0. Для определения статистической значимости межгрупповых различий использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Статистическая значимость была установлена на уровне $p<0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнительный межгрупповой анализ психофункциональных характеристик у гандболистов показал отсутствие статистически значимых различий, что подтверждало приемлемый уровень соотношения корковых процессов возбуждения и торможения и физиологическую устойчивость нервной системы.

Тем не менее, количественный анализ внутригруппового распределения исследуемых параметров позволил выявить особенности проявления психомоторных функций среди гандболистов (табл.).

Интегральным показателем реактивности центральной нервной системы в ответ на предъявляемое раздражение является латентный период двигательной реакции, «низкие» параметры которого чаще встречались в группе сурдгандболистов (рис. 1).

Данные подтверждают тот факт, что спортсмены с депривацией слуха характеризуются более длительным временем зрительной реакции. Однако систематические нагрузки, сопровождающиеся позитивной функциональной перестройкой органов и систем, у большинства гандболистов с такой патологией способствуют формированию адаптационно-компенсаторных процессов [4].

Реакция на движущийся объект позволила определить временные параметры реализации рефлекторного ответа с учетом предположения возникновения событий,

что характерно для видов спорта с постоянной и внезапной сменой ситуации действий [6]. Полученные результаты у большинства здоровых спортсменов демонстрируют оптимальную способность к обработке пространственной и временной информации.

Таблица

Психомоторные способности гандболистов, Me [Q1; Q3]

Показатели	Группы гандболистов	
	с нормальным слухом	с депривацией слуха
Время простой сенсомоторной реакции на свет, мс	272,50 [260,00; 341,60]	319,50 [265,00; 380,00]
Время реакции на движущийся объект, мс	154,50 [95,00; 230,00]	169,50 [79,00; 201,00]
Время реакции выбора, мс	398,00 [345,00; 453,00]	402,00 [351,00; 511,00]
Ошибки при оценивании угловой скорости движения, %	6,60 [0,00; 19,60]	6,20 [4,40; 11,20]
Ошибки при отмеривании отрезков, %	21,40 [13,20; 39,20]	22,90 [19,00; 88,40]

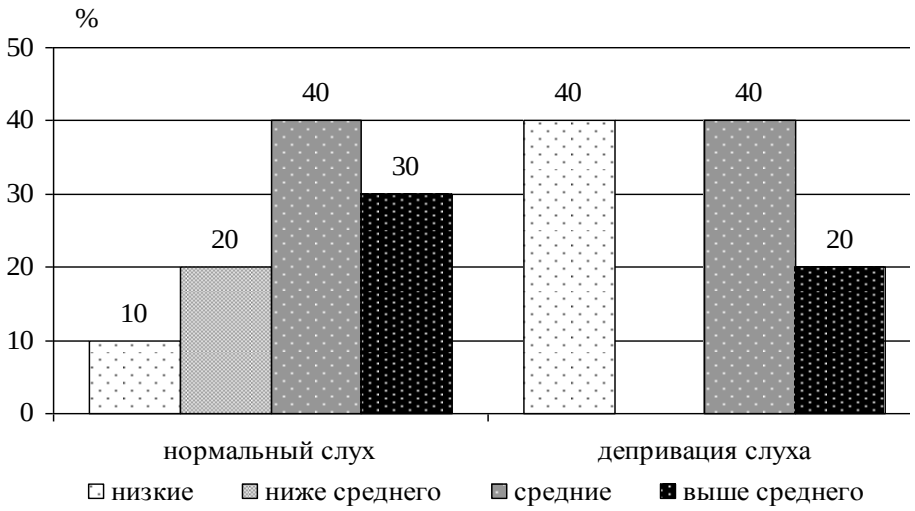


Рис. 1. Распределение показателей простой сенсомоторной реакции на свет среди гандболистов с нормальным слухом и депривацией слуха

Присутствие в большей степени «низких» и отсутствие «высоких» параметров такой реакции среди гандболистов с нарушением слуха позволяет констатировать у них меньшую способность к экстраполяции и быстрой подготовке, а также реализации точных ответных действий (рис. 2).

Определение времени реакции выбора позволяет дать характеристику уровню спортивного мастерства, благодаря взаимодействию зрительной сенсорной системы с условно-рефлекторными возможностями точной реализации двигательного акта [7]. Распределение данных показателей среди спортсменов выявило в группе сурдгандболистов значительное количество «низких» параметров и меньший процент «выше средних» (рис. 3).

В группе здоровых спортсменов оказалось больше представителей с сильной нервной системой. Значительная часть гандболистов с депривацией слуха характеризовалась средней степенью силы нервных процессов, более продолжительным временем реагирования за счет снижения поступающей сенсорной информации из внешней среды и затруднением центральной обработки сигнала [8].

Полученные результаты угловой скорости движения объекта позволили оценить способность к восприятию пространства, которая была однотипной в обеих исследуемых группах, демонстрируя преимущественное количество «высоких» результатов (90%) и только 10% «средних» характеристик.

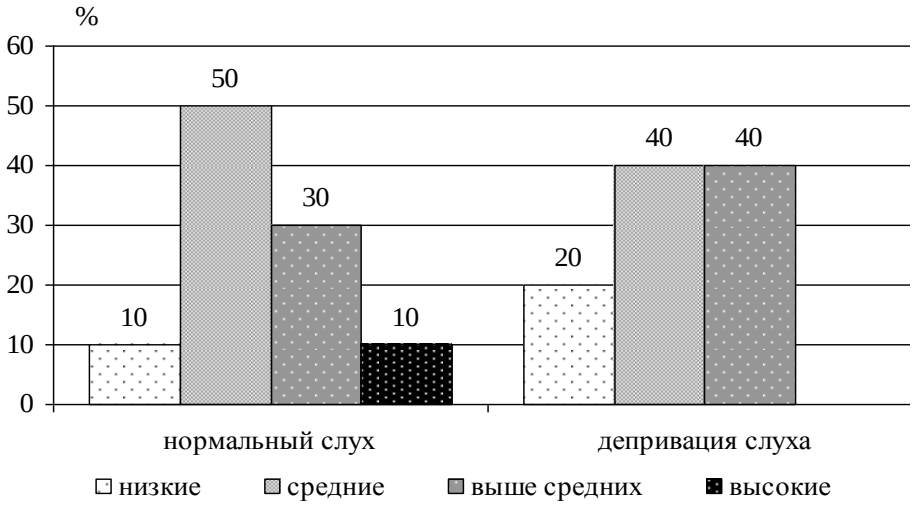


Рис. 2. Распределение показателей реакции на движущийся объект среди гандболистов с нормальным слухом и депривацией слуха

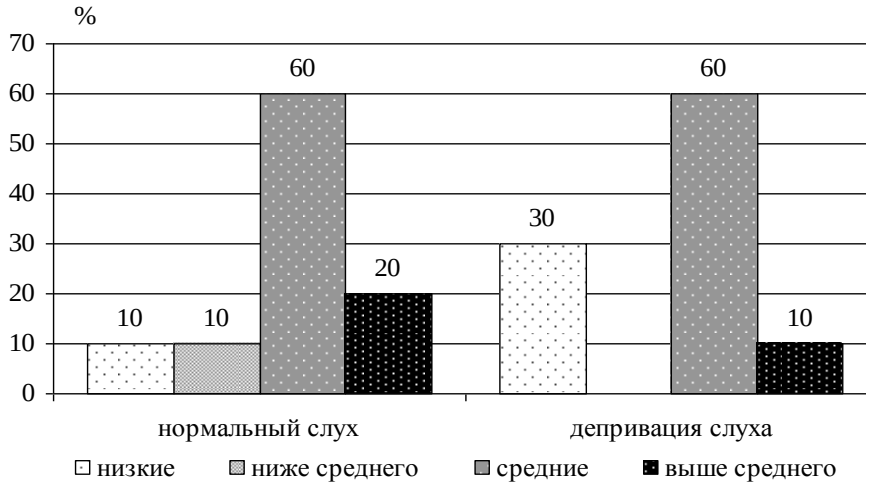


Рис. 3. Распределение показателей реакции выбора среди гандболистов с нормальным слухом и депривацией слуха

При определении величины предъявляемых отрезков распределение параметров выявило преимущество «средних» результатов среди спортсменов с депривацией слуха. Однако «высокий» уровень обнаруживался в меньшей степени, в отличие от здоровых гандболистов (рис. 4).

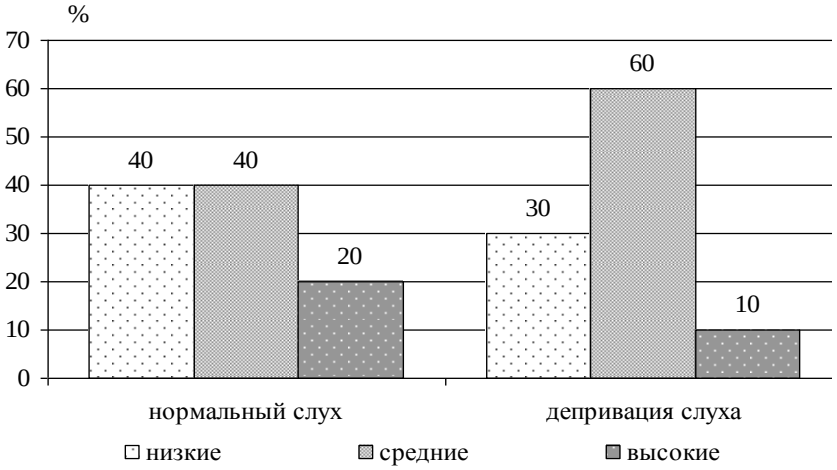


Рис. 4. Распределение величины предъявляемых отрезков среди гандболистов с нормальным слухом и депривацией слуха

Пространственные способности, проявляемые в тестах угловой скорости движения и величины предъявляемых отрезков свидетельствуют о достаточном потенциале центральной нервной системы у гандболистов. Формирование психомоторных функций у спортсменов в тренировочном процессе сопряжено с усилением проприоцепции, повышением импульсной активности коры мозга, образованием межцентральных временных связей, способствующих эффективному решению двигательных задач.

Проявление недостаточного уровня временных и пространственных сенсомоторных реакций среди сурдгандболистов, вероятно, происходит на фоне снижения серотонинергической регуляции, которую связывают с акустическим дефицитом. Отмечается, что именно недостаток серотонина у спортсменов, в том числе с депривацией слуха, нарушает сократительную деятельность мышц [9].

Заключение. Психофизиологическая характеристика здоровых гандболистов и спортсменов с нарушением слуха показала оптимальный уровень функционирования центральной нервной системы, положительное влияние систематических занятий спортом на характеристики сенсомоторных реакций, подвижность и лабильность нервных процессов, что может быть связано с повышением активности пирамидно-стриального уровня управления процессами восприятия, снижением иррадиации и генерализации возбуждений в корковых отделах мозга [4, 10]. Однако результаты количественного распределения параметров психомоторного исследования среди гандболистов с депривацией слуха чаще демонстрировали низкие результаты временных и пространственных сенсомоторных реакций, что отражало недостаточное развитие компенсаторных психофизиологических механизмов.

Своевременные исследования уровня развития центральных и сенсомоторных механизмов гандболистов с нарушением слуха позволяют вскрыть возможные резервы организма, проследить приспособительную динамику к физическим нагрузкам и проводить контроль тренировочного процесса, а также обеспечивать эффективную подготовку к соревновательной деятельности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов, А.В. Адаптивный спорт: инклюзивные и интеграционные процессы / А.В. Аксенов. – Москва, 2021. – 41 с.
2. Салмова, А.И. Методика обучения игроков с нарушением слуха в бильярдном спорте на этапе начальной подготовки: дис. … канд. пед. наук / Анастасия Ивановна Салмова. – Казань, 2023. – 216 с.
3. Особенности сенсомоторных реакций у квалифицированных футболистов / О.И. Колотилова, И.И. Коренюк, Е.А. Колотилова [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8(74). – № 2. – С. 79-86.
4. Литовченко, О.Г. Психофизиологические характеристики спортсменов-волейболистов с нарушением слуха / О.Г. Литовченко, А.С. Максимова // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20. – № S1. – С. 128-135.
5. Компьютерная программа «Исследователь временных и пространственных свойств человека версия 2.1». Инструкция пользователя. – 2020. – URL: https://sib-analitic.narod.ru/zip_arhiv/Instruction_IVPS2_1.pdf (дата обращения: 19.09.2025).
6. Физическая и техническая подготовленность, психофизиологические особенности глухих и слабослышащих футболистов / И.Н. Калинина, А.А. Тарасенко, А.В. Кобец, В.А. Белова // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 4(17). URL: https://svbskfmba.ru/images/journals/2021-4/Kalinina2021R.pdf (дата обращения: 19.09.2025).
7. Ржанов, А.А. Реакции выбора и ее развитие в специализации волейбол / А.А. Ржанов // Актуальные проблемы педагогики и психологии. – 2021. – Т. 2. – № 6. – С. 10-15.
8. Кошкина, К.С. Особенности постуральной устойчивости спортсменов с нейросенсорной тугоухостью / К.С. Кошкина, Е.В. Быков, А.В. Чипышев // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. URL: https://svbskfmba.ru/images/journals/2023-4/Koshkina2023.pdf (дата обращения: 19.09.2025).
9. Иванова, Е.С. Механизмы влияния серотонина на физическую работоспособность: описательный обзор / Е.С. Иванова, Р.Р.

Нигматуллина, А.В. Безбрязов // Журнал медико-биологических исследований. – 2023. – Т. 11. – № 4. – С. 483-491.
10. Корягина, Ю.В. Особенности процессов восприятия времени и пространства и их ритмическая организация у спортсменов: автореф. дис. … степени д-ра биол. наук: 03.00.13 / Юлия Владиславовна Корягина. – Томск, 2007. – 44 с.

REFERENCES

1. Aksenov A.V. Adaptive sport: inclusive and integration processes. Moscow, 2021, p. 41. (in Russ.)
2. Salmova A.I. Methods of teaching players with hearing impairment in billiard sports at the stage of initial training: an author's dissertation. Kazan, 2023, 216 p. (in Russ.)
3. Kolotilova O.I., Korenyuk I.I., Kolotilova E.A. Features of sensorimotor reactions in qualified football players. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2022, vol. 8(74), no 2, pp. 79-86. (in Russ.)
4. Litovchenko O.G., Maksimova A.S. Psychophysiological features of volleyball players with hearing impairment. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S1, pp. 128-135. (in Russ.)
5. Computer program "Researcher of human temporal and spatial properties version 2.1". User manual. Electronic textbook. 2020. Available at: https://sib-analitic.narod.ru/zip_arhiv/Instruction_IVPS2_1.pdf (accessed: 19.09.2025). (in Russ.)
6. Kalinina I.N. Tarasenko A.A., Kobets A.V., Belova V.A. Physical and technical fitness, psychophysiological features of soccer players with hearing loss. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no 4(17). Available at: https://svbskfmba.ru/images/journals/2021-4/Kalinina2021R.pdf (accessed: 19.09.2025). (in Russ.)
7. Rzhanov A.A. choice reactions and its development in volleyball specialization. *Actual Problems of Pedagogy and Psychology. Scientific Peer-Reviewed Electronic Journal (online Edition) 16+*, 2021, vol. 2, no. 6, pp. 10-15. (in Russ.)
8. Koshkina K.S., Bykov E.V., Chipyshev A.V. Postural stability features of athletes with sensorineural hearing loss. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. Available at: https://svbskfmba.ru/images/journals/2023-4/Koshkina2023.pdf (accessed: 19.09.2025).
9. Ivanova E.S., Nigmatullina R.R., Bezbryazov A.V. Mechanisms of Serotonin Effects on Physical Performance: A Descriptive Review. *Journal of Medical and Biological Research*, 2023, vol. 11, no. 4. pp. 483-491. (in Russ.).
10. Koryagina Yu.V. Features of the processes of perception of time and space and their rhythmic organization in athletes: an author's abstract. Tomsk, 2007, 44 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Алексеевна Исаенко – доцент кафедры физиологии, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: istat1@yandex.ru.
Янина Евгеньевна Бугаец – доцент кафедры физиологии, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: yana_bugaetz@mail.ru.
Алина Станиславовна Гронская – доцент кафедры физиологии, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: gro_al@mail.ru.
Марина Викторовна Малука – заведующий кафедрой физиологии, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: mvmaluka@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana A. Isaenko – Associate Professor of the Department of Physiology, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: istat1@yandex.ru.
Yanina E. Bugaets – Associate Professor of the Department of Physiology, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: yana_bugaetz@mail.ru.
Alina S. Gronskaya – Associate Professor of the Department of Physiology, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: gro_al@mail.ru.
Marina V. Maluka – Head of the Department of Physiology, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: mvmaluka@mail.ru.

Для цитирования: Оценка психомоторных способностей у гандболистов с депривацией слуха / Т.А. Исаенко, Я.Е. Бугаец, А.С. Гронская, М.В. Малука // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_11

For citation: Isaenko T.A., Bugaets Ya.E., Gronskaya A.S., Maluka M.V. Assessment of psychomotor abilities in handball players with hearing deprivation. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_11

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_12
УДК 612.15

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_12
UDC 612.15

ВАРИАТИВНОСТЬ МЕХАНИЗМОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЯХ

А.А. Коршунова[1], А.С. Башкина[1], В.В. Ключевский[2,3]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», г. Ярославль, Россия
[2]Частное учреждение здравоохранения «Клиническая больница «РЖД-медицина» города Ярославль», г. Ярославль, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ярославль, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Микроциркуляция тканей – сложный неоднородный процесс. В данной работе исследуется вопрос асимметрии кровообращения в нижних конечностях путем измерения интегрального показателя перфузии в микроциркуляторном русле. ***Методы.*** Были обследованы 62 добровольца среднего возраста (48,2±12,5 лет). Оценивали состояние микроциркуляции в коже на уровне нижней трети голени методом лазерной допплеровской флоуметрии. ***Результаты.*** Была выявлена разница кровотока правой и левой нижних конечностей: показатели перфузии составили в правой конечности 7,7 пф. ед., в левой конечности – 6,1 пф. ед. ($p<0,001$). Была выявлена асимметрия управляющих процессов микроциркуляции и, собственно, самих показателей микроциркуляции в правой и левой нижних конечностях. ***Заключение.*** Механизмы регуляции микрокровотока в контрлатеральных конечностях имеют неоднородную природу, связанную с анатомическими и нейрорегуляторными факторами.
Ключевые слова: микроциркуляция, активные факторы, пассивные факторы, капилляры, лазерная допплеровская флоуметрия.

VARIABILITY OF MICROCIRCULATION MECHANISMS IN THE LOWER EXTREMITIES

A.A. Korshunova[1], A.S. Bashkina[1], V.V. Klyuchevskij[2,3]
[1]Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky, Yaroslavl, Russia
[2]Clinical Hospital “RZD-Medicine” Yaroslavl”, Yaroslavl, Russia
[3]Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Tissue microcirculation is a complex, heterogeneous process. In this paper, the issue of blood circulation asymmetry in the lower extremities is investigated by measuring the integral perfusion index in the microcirculatory bed. ***Methods.*** 62 middle-aged volunteers (48.2±12.5 years old) were examined. The state of microcirculation in the skin at the level of the lower third of the shin was assessed using laser Doppler flowmetry. ***Results.*** The difference in blood flow of the right and left lower extremities was revealed, namely, perfusion indices relative to the average blood flow in the right limb were 7.7 peripheral units, in the left limb 6.1 peripheral units ($p<0.001$). The asymmetry of the microcirculation control processes and, in fact, the microcirculation parameters themselves in the right and left lower extremities was revealed. ***Conclusion.*** The mechanisms of regulation of microcirculation in the contralateral extremities are heterogeneous in nature, associated with anatomical and neuro-regulatory factors.
Keywords: microcirculation, active factors, passive factors, capillaries, laser Doppler flowmetry.

Введение. Сердечно-сосудистая система отвечает за кровообращение, в конечных отделах этой системы происходит основной обмен кислородом и молекулами, необходимыми для жизнедеятельности тканей. Эти важнейшие отделы имеют в своем составе артериолы, капилляры, венулы, артериоловенозные анастомозы, а также лимфатические сосуды, которые играют важную роль в отведении избыточной жидкости и продуктов обмена и воспаления.

Одним из самых важных физиологических параметров микроциркуляции является скорость движения крови по

сосудам различного калибра. Именно скорость движения крови по сосудам и ее объем определяют возможности обеспечения тканей кислородом в норме и при различных синдромах, связанных с недостатком кислорода в тканях. Возможности определения показателей перфузии крови и ее колебаний в зависимости от разных ритмов являются большим преимуществом современных исследований в области физиологии.

При движении крови по мелким сосудам происходит падение обеспечиваемого сердечной деятельностью гидравлического давления крови. Давление также способствует процессам диффузии и фильтрации, и, поскольку ткани имеют разную потребность и жизненную необходимость в обеспечении кислородом, микроциркуляция в разных тканях имеет свои физиологические особенности. Плотность капилляров мышечной ткани составляет от 300 до 1000 на мм^3 и зависит от анаэробного порога и степени кровоснабжения мышцы [1]. Точный подсчет количества капилляров кожи несколько осложнен ограниченностью методов и выбором участка кожи, но в среднем составляет от 300 до 1000 на мм^3 [2], при этом микрососудистое русло кожи может депонировать до 1,5 литров крови и активно участвовать в процессах терморегуляции и активации кровообращения при физических нагрузках.

В системе микроциркуляции основной регулирующей функцией обладает мышечный слой артериол, который при своем сокращении может направлять кровоток к ткани либо сбрасывать его по артериоловенозному шунту. Этот мышечный слой артериол регулируется влиянием вегетативной нервной системы и, в частности, сигнальными молекулами, которые образуются во время процессов обмена в областях, которые расположены в непосредственной близости от сосудов [3]. При этом прекапиллярные сфинктеры на артериолах кожи реагируют на нейроэндокринные воздействия в сторону сужения в ответ на воздействие норадреналина и в сторону расширения в ответ на воздействие адреналина и продуктов тканевого обмена [4].

Капиллярное русло охватывает практически все органы и ткани, каждый капилляр имеет три слоя, внутренний слой состоит из эндотелиальных клеток, имеющих ключевое значение для процессов тканевого дыхания. На внутренней стороне эндотелия расположен гелеобразный слой гликокаликса, участвующий в транспортной функции, адгезии тромбоцитов и лейкоцитов [5]. При прохождении через капилляр эритроциты несколько деформируются за счет своей эластичной мембраны, состоящей из фосфолипидов различного строения. При изменении размеров эритроцита или его эластических свойств происходит шунтирование крови по анастомозам и уменьшение кислородной насыщенности тканей [6]. Работа анастомозов зависит от многих факторов, в норме они работают частично, при повышении температуры окружающей среды кровенаполнение сосудов кожи увеличивается и, наоборот, снижается при уменьшении. Кроме сокращения мышечного слоя артериол на сброс крови могут влиять физиологические состояния, такие как изменение артериального давления во время стресса, а также ряд заболеваний [7, 8].

Кровоснабжение ткани зависит от уровня метаболизма ткани и ее функциональной значимости для организма, т.е. органы наибольшей значимости, такие как мозг и сердце, будут снабжаться кровью в первую очередь, в то время как кровоснабжение кожи широко варьируется в зависимости от факторов внешней и внутренней среды.

Если в тканях усиленно идут процессы катаболизма в результате, например, пережатия сосуда, то там накапливаются молочная кислота, углекислый газ и оксид азота, что способствует расширению сосудов и реактивной гиперемии после того, как проходимость крови по сосуду восстановлена. Появление этих веществ при развитии гипоксии и исчезновение их по приходу в физиологическую норму после гипоксии отнюдь не означает, что данные вещества ослабляют гипоксические воздействия [9].

Если в организме происходит усиленная мышечная работа, то расширение прекапиллярных сфинктеров (и, следовательно, усиление кровотока) происходит в ответ на положительные сигналы с рецепторов венул (на недостаток кислорода). Также происходит высвобождение аденозинтрифосфата из эритроцитов, что способствует локальной выработке простоциклина и оксида азота. Оксид азота является короткоживущей

молекулой, однако способен вырабатываться длительное время. Интересным моментом является способность эндотелия передавать электрическую поляризацию и, соответственно, метаболическую активность на соседние клетки [10].

Микроциркуляция в коже в наибольшей степени зависит от температуры окружающей среды. Например, при последовательном охлаждении, а затем нагревании пальцев рук поток крови может увеличиться в 100 раз за счет закрытия, а затем открытия анастомозов. Именно поэтому крайне важно, чтобы при измерении микроциркуляции была одна и та же температура воздуха в кабинете, положение человека и определенное время для адаптации.

Таким образом, микроциркуляция тканей – это неоднородный процесс, который контролируется активными и пассивными факторами. Активные факторы – это миогенный, эндотелиальный и нейрогенный механизмы, которые способствуют периодическому сжатию и расширению прекапиллярных сфинктеров и артериол, открытию/закрытию части капилляров. Пассивные факторы, формирующиеся вне системы микроциркуляции, – это «присасывающее действие дыхательного насоса» со стороны вен и пульсовая волна со стороны артерий [11].

При анализе причин возникновения асимметрии кровообращения возможным представляется следующее. Доминирование одного из полушарий приводит к асимметрии мягких тканей и скелета, заметной при письме и двигательной активности (в особенности у спортсменов). Так, были обнаружены различия в электромиографии мышц голени во время физической нагрузки у условно здоровых людей среднего возраста [12]. У биатлонистов высокой квалификации также была обнаружена моторная асимметрия нижних конечностей несмотря на то, что в отличие, например, от тенниса, биатлон – спорт достаточно гармоничный [13].

Существует много работ, посвященных асимметрии мышечной деятельности нижних конечностей, что косвенно говорит об асимметрии кровоснабжения нижних конечностей. Кровоснабжение кожи передней поверхности голени происходит посредством передней большеберцовой артерии, которая одновременно кровоснабжает мышцы голени. Дополнительно кожа передней части голени получает кровь из артерий, питающих кость [14]. Разница в артериальном давлении при измерении на бедренных артериях может говорить о разном тонусе и диаметре бедренных и, как следствие, большеберцовых артерий.

Ранее были исследованы различия в микроциркуляции парных органов у животных [15]. Также сходные данные были получены при изучении асимметрии микрокровотока кожи конечностей у профессиональных спортсменов до и после нагрузки [16].

На сегодняшний день наиболее распространенным методом оценки микроциркуляции является метод лазерной допплеровской флоуметрии, который работает путем измерения изменения отраженного лазерного излучения от движущихся форменных элементов крови. Колебания скорости микрокровотока могут происходить в разных частотах, что и отражает активные и пассивные факторы регуляции.

Цель исследования: изучить вопросы работы регуляторных механизмов микроциркуляции в нижних конечностях при помощи метода лазерной допплеровской флоуметрии.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на базе травматологического отделения ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Ярославль». В исследование после получения добровольного информационного согласия были включены 62 практически здоровых добровольца среднего возраста (48,2±12,5 лет), 31 женщина и 31 мужчина. Для оценки уровня перфузии и состояния микроциркуляторного русла на уровне кожного кровотока применялся метод лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ), который предназначен для неинвазивной диагностики периферического кровотока с помощью портативного одноканального анализатора «ЛАЗМА ПФ» (НПП «ЛАЗМА», Россия).

Датчики анализатора прикреплялись симметрично к коже на уровне нижней трети голени в передних отделах и одновременно фиксировали сигнал с обеих конечностей. Во время измерения в комнате была постоянная температура 24±1 °С, субъекты перед измерением в течение 10-15 мин находились в покое, чтобы исключить

влияние теплового фактора и уменьшить стрессовое воздействие.

Рассчитывали среднее значение показателя перфузии (М), его среднеквадратичное отклонение (σ) и коэффициент вариации (Kv), показатели нутритивного (Мнутр) и шунтового (Мшунт) кровотока. Амплитудно-частотный спектр колебаний микрокровотока анализировали при помощи вейвлет-преобразования, рассчитывали амплитудные характеристики основных регуляторных ритмов микроциркуляции: эндотелиальных, нейрогенных, миогенных, дыхательных и сердечных [17]. Таким образом, рассчитывался вклад активных механизмов, создающих поперечные колебания кровотока в результате чередования сокращения и расслабления мышц сосудов (эндотелиальных, нейрогенных, миогенных), и пассивных факторов, организующих продольные колебания, выражающиеся в периодическом изменении объема крови в сосуде (дыхательных, сердечных).

Для оценки резервных возможностей микрокровотока применяли дыхательную пробу с задержкой дыхания в течение 30 с на высоте глубокого резкого вдоха, с помощью программного обеспечения рассчитывали индекс дыхательной пробы (ИДП), который отражает степень изменения перфузии (в %) в условиях гипоксии.

Расчеты показателей микроциркуляторного русла и их разницы проводили в условных и перфузионных единицах с оценкой средних величин (М), стандартных ошибок (m), стандартного отклонения (σ) и достоверности, выявленных на основе методов описательной статистики. Нормальность распределения оценивали по критерию Колмогорова-Смирнова. Статистическую обработку полученных данных после проверки на нормальность распределения проводили с использованием параметрического t-критерия Стьюдента. За уровень статистически значимых различий принимали разницу при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе результатов ЛДФ была выявлена явная закономерность в разнице кровотока правой и левой нижних конечностей. В правой конечности показатель перфузии составил 7,7 пф. ед., в левой конечности – 6,1 пф. ед., разница составила 21%, и она достоверна ($p<0,001$). Также мы видим разницу в значении σ (0,6 пф. ед. к 0,84 пф. ед.) между контрлатеральными конечностями, что говорит о разнице в среднем колебании перфузии относительно тока крови. Также можно отметить достоверную разницу в коэффициенте вариации, который, очевидно, связан с первыми двумя показателями, и все три показателя дают общее представление о картине кровотока в конечностях (табл.).

Свои результаты мы можем связать с тем, что существует физиологическая асимметрия при закладке кровеносных сосудов справа и слева. Кроме того, вероятно, в правой конечности мышечные усилия выполняются более интенсивно. Также на развитие вариативности влияет разный диаметр приводящих артерий. Поскольку выполнялись условия наблюдения, и измерения проводились в одинаковых условиях для правой и левой нижних конечностей, мы можем утверждать, что наблюдается асимметрия базовых показателей микрокровотока между нижними конечностями.

Далее детально рассмотрим вклад активных и пассивных факторов в структуру механизмов микроциркуляции. Известно, что к активным механизмам микроциркуляции относят эндотелиальную активность, нейрогенный и миогенный компоненты. К пассивным механизмам регуляции микроциркуляторного русла относят пульсовый и дыхательный ритм с более медленными волнами ритмических сокращений.

Амплитуды нейрогенных осцилляций микрокровотока в левой конечности были на 38% ($p<0,01$) выше, чем в правой, что указывает на снижение нейрогенного тонуса микрососудов справа, при этом разница амплитуд эндотелиального и миогенного ритмов была статистически незначимой. Данные результаты говорят о том, что ослабление вегетативного влияния со стороны нервной системы приводит к снижению тонуса сосудов, дальнейшему увеличению колебаний перфузии и увеличению притока крови [18].

У обследуемых более высокими были амплитуды кардиогенных ритмов слева на 28% ($p<0,001$), что говорит об увеличении вклада артериолярного притока крови в микроциркуляторное русло слева через более

высокие пульсовые волны, т.е. отмечается больший вклад пассивных факторов кровообращения в физиологические параметры микроциркуляторного русла.

Таблица

Показатели микроциркуляции и ее резервных возможностей у условно здоровых лиц, M+σ

Обозначения		Левая конечность	Правая конечность
Показатель микроциркуляции, пф. ед.	М	6,08±1,96	7,72±159***
	М нутр	2,56±1,70	3,33±1,98*
	М шунт	3,52±1,56	4,40±1,69***
	σ	0,84±0,39	0,60±0,31***
	Kv	14,26±6,84	8,11±4,57***
Максимальная амплитуда (Amax), отн. ед.	Аэ	0,17±0,14	0,13±0,14
	Ан	0,34±0,22	0,25±0,21**
	Ам	0,29±0,23	0.23±0,21
	Ад	0,17±0,08	0,15±0,04
	Ас	0,33±0,14	0,26±0,09***
ИДП %		26,6±10,92	18,81±7,80***

Примечание: М – средние колебания перфузии относительно среднего тока крови; Мнутр – средние колебания перфузии относительно нутритивного кровотока; Мшунт – средние колебания перфузии относительно шунтового кровотока; σ – среднее колебание перфузии относительно значения потока крови М; Kv – коэффициент вариации; Аэ – максимальная амплитуда эндотелиальных ритмов микроциркуляции; Ан – максимальная амплитуда нейрогенных ритмов; Ам – максимальная амплитуда миогенных колебаний; Ад – максимальная амплитуда респираторных ритмов; Ас – максимальная амплитуда кардиальных ритмов; ИДП% – индекс дыхательной пробы; * – различия по отношению к контролю – контрлатеральная конечность: значимы при $p<0,05$, ** – $p<0,01$, *** – $p<0,001$.

При более подробном изучении подобной разницы в показателях микроциркуляции было выявлено, что показатели нутритивного кровотока были выше (3,33 отн. ед.) в правой конечности против 2,26 отн. ед. в левой конечности, что составило 32% ($p<0,05$). В то же время показатели шунтирования были достоверно выше (4,4 отн. ед.) в правой против 3,52 отн. ед. в левой, что составило 20% ($p<0,001$). Таким образом, несмотря на то, что в правой конечности мы видим больший сброс по артериоловенозным анастомозам, тем не менее, справа нутритивный и общий кровоток выше, чем в левой конечности, что может говорить о большем притоке крови в правую конечность. Часть кровотока направляется по шунтам, в то же время обеспечивается даже больший обмен кислородом и питательными веществами в микроциркуляторном русле кожи правой конечности.

Соответственно, более низкая амплитуда сердечных ритмов говорит о парадоксальном вкладе амплитуды пульсовой волны в кровоток, возможное объяснение состоит в том, что кровоток усиливается выше уровня микроциркуляции, и волна больше по протяженности, чем по амплитуде. Амплитуда нейрогенных ритмов также выше в левой конечности, что говорит о рассогласовании местной вегетативной нервной системы в двух конечностях. Также мы можем предположить, что в правую конечность, а конкретно – в кожу нижней трети голени, поступает более мощная волна крови, которая частично сбрасывается по анастомозам и имеет менее выраженные колебания кровотока.

Дыхательная проба считается одной из самых важных в отношении верификации полученной разницы в системе кровотока [19]. В нашей работе индекс дыхательной пробы был значительно выше в левой конечности на 36% ($p<0,001$), что кроме ответа на дефицит кислорода означает рассогласованность в передаче импульсов от нейронов симпатической нервной системы, примыкающей к сосудам. Подобная рассогласованность является следствием разной активности периферического звена вегетативной

нервной системы в связи с анатомическими особенностями, либо следствием вариации прохождения нервных импульсов в ответ на гипоксию.

Заключение. Таким образом, в условиях нормы отмечена асимметрия кровоснабжения нижних конечностей на уровне микроциркуляции с более высокими показателями перфузии, нутритивного и шунтового кровотока для правой конечности. Перераспределение и поддержание оптимального уровня микроциркуляции в левой конечности обеспечивалось за счет снижения микрососудистого тонуса и увеличения притока крови в артериолярное звено. Возможным объяснением наблюдаемых явлений можно считать неодинаковые просветы магистральных сосудов правой и левой нижних конечностей, а также более активное развитие левого полушария, и, соответственно, большие объем и сила мышц, а также большее нейрональное обеспечение правой нижней конечности, которые приводят к усилению кожного кровотока.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Skeletal muscle capillary density is related to anaerobic threshold and claudication in peripheral artery disease / B.D. Duscha, W.E. Kraus, W.S. Jones [et al.] // Vasc Med. – 2020. – No. 25(5). – P. 411-418. DOI: 10.1177/1358863X20945794.
2. Observation and density estimation of a large number of skin capillaries using wide-field portable video capillaroscopy and semantic segmentation / B. Takimoto, K. Bito, S. Hari [et al.] // J Biomed Opt. – 2023. – No. 28(10). – P. 106003.
3. Цапаева, Н.Л. Микроциркуляция (часть 1 – главные действующие «лица» и их роль в системе кровообращения) / Н.Л. Цапаева, В.Г. Цапаев // Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски. – 2023. – Т. 7. – № 2. – С. 1903-1910. DOI: 10.51922/2616-633X.2023.7.2.1903
4. Jacob, M. Regulation of blood f low and volume exchange across the microcirculation / M. Jacob, D. Chappell, F. Becker Bernhard // Critical Care. – 2016. – Vol. 20. – No. 1. – P. 1-13.
5. Guven, G. Microcirculation: Physiology, Pathophysiology, and Clinical Application. / G. Guven, M.P. Hilty, C. Ince // Blood Purif. – 2020. – No. 49(1-2). – P. 143-150. DOI: 10.1186/s13054-016-1485-0.
6. Тихомирова, И.А. Реология крови и микроциркуляция / И.А. Тихомирова // Успехи физиологических наук. – 2023. – Т. 54. – № 1. – С. 3-25. DOI: 10.31857/S0301179823010071.
7. Золотницкая, В.П. Диагностика артериовенозного шунтирования крови в легких методом перфузионной сцинтиграфии в клинике и эксперименте / В.П. Золотницкая // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2011. – № 10(4). – С. 49-53. DOI: 10.24884/1682-6655-2011-10-4-49-53.
8. Фаттахов, В.В. Неинвазивные методы выявления микроваскулярной патологии / В.В. Фаттахов, Н.В. Максумова // ПМ. – 2018. – № 1. – С. 43-48.
9. Иванов, К.П. Современные медицинские проблемы микроциркуляции и гипоксического синдрома / К.П. Иванов // Вестник РАМН. – 2014. – № 1-2. – С. 57-63.
10. Цапаева, Н.Л. Микроциркуляция (часть 2): «Функциональные обязанности» системы микроциркуляции / Н.Л. Цапаева, В.Г. Цапаев // Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски. – 2024. – Т. 8. – № 1. – С. 2063-2072. DOI: 10.51922/2616-633X.2024.8.1.2063.
11. Крупаткин, А.И. Лазерная допплеровская флоуметрия микроциркуляции крови / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. – М., 2005. – 123 с.
12. Muscular lower leg asymmetry in middle-aged people / V. Valderrabano, B.M. Nigg, B. Hintermann [et al.] // Foot Ankle Int. – 2007. – No. 28(2). – P. 242-249. DOI: 10.3113/FAI.2007.0242.
13. Влияние межконечностной функциональной асимметрии мышц ног на моторную производительность циклических и ациклических локомоций у биатлонистов высокой квалификации / А.С. Крючков, В.Л. Ростовцев, П.Е. Мякинченко [и др.] // Ученые записки университета Лесгафта. – 2023. – № 7(221). – P. 203-210. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.07.p203-211.
14. Пеньковский, В.И. Модель циркуляции крови в нижних конечностях человека / В.И. Пеньковский, Н.К. Корсакова // Прикладная механика и техническая физика. – 2018. – № 3. – С. 88-93. DOI: 10.15372/PMTF20180309.
15. Михайличенко, Л.А. Показатели микроциркуляции парных органов и тканей экспериментальных животных в норме / Л.А. Михайличенко // Регионар. кровообращение и микроциркуляция. – 2007. – Т. 6. – № 1(21). – С. 164-167.
16. Литвин, Ф.Б. Сравнительный анализ микроциркуляторных реакций на физическую

нагрузку у баскетболистов / Ф.Б. Литвин, К.А. Кротова, В.Я. Жигало // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_9.
17. Чуян, Е.Н. Индивидуально-типологический подход к исследованию процессов микроциркуляции крови / Е.Н. Чуян, М.Н. Ананченко // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2009. – № 3(61). – С. 159-173.
18. Овчинникова, О.А. Диагностика состояния микроциркуляции методом ЛДФ / О.А. Овчинникова, И.А. Тихомирова // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 2. – С. 98-102.
19. Крупаткин, А.И. Функциональная оценка пери- васкулярной иннервации кожи конечностей с помощью лазерной допплеровской флоуметрии / А.И. Крупаткин // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 1. – С. 99.

REFERENCES

1. Duscha B.D., Kraus W.E., Jones W.S., Robbins J.L., Piner L.W., Huffman K.M., Allen J.D., Annex B.H. Skeletal muscle capillary density is related to anaerobic threshold and claudication in peripheral artery disease. *Vasc Med*, 2020, no. 25(5), pp. 411-418. DOI: 10.1177/1358863X20945794.
2. Takimoto B., Bito K., Hari S., Taguchi H., Haneishi H. Observation and density estimation of a large number of skin capillaries using wide-field portable video capillaroscopy and semantic segmentation. *J Biomed Opt*, 2023, no. 28(10), p. 106003.
3. Tsapaeva N.L., Tsapaev V.G. Microcirculation (part 1 – main players and their role in the circulatory system). *Emergency cardiology and cardiovascular risks*, 2023, vol. 7, no. 2, pp. 1903-1910. DOI: 10.51922/2616-633X. 2023.7.2.1903. (in Russ.)
4. Jacob M., Chappell D., Becker Bernhard F. Regulation of blood f low and volume exchange across the microcirculation. *Critical Care*, 2016, vol. 20, no. 1, pp. 1-13.
5. Guven G., Hilty M.P., Ince C. Microcirculation: Physiology, Pathophysiology, and Clinical Application. *Blood Purif*, 2020, no. 49(1-2), pp. 143-150. DOI: 10.1186/s13054-016-1485-0.
6. Tikhomirova I.A. Blood Rheology and Microcirculation. *Uspehi fiziologičeskih nauk*, 2023, vol. 54, no. 1, pp. 3-25. DOI: 10.31857/S0301 179823010071. (in Russ.)
7. Zolotnitskaya V.P. Diagnosis of arteriovenous blood shunting in the lungs by means of perfusion scintigraphy in clinical practice and experiment. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2011, no. 10(4), pp. 49-53. DOI: 10.24884/1682-6655-2011-10-4-49-53. (in Russ.)
8. Fattakhov V.V., Maksumova N.V. Modern methods of detection of microvascular pathology. *Practical medicine*, 2018, no. 1, pp. 43-48. (in Russ.)
9. Ivanov K.P. Modern medical problems of microcirculation and hypoxic syndrome. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*, 2014, no. 1-2, pp. 57-63. (in Russ.)
10. Tsapaeva N.L., Tsapaev V.G. Microcirculation (part 2): "Functional responsibilities" of microcarculation system. *Emergency cardiology and cardiovascular risks*, 2024, vol. 8, no. 1, pp. 2063-2072. DOI:10.51922/2616-633X.2024.8.1.2063.(inRuss.)
11. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Laser Doppler flowmetry of blood microcirculation. Moscow, 2005. 123 p. (in Russ.)
12. Valderrabano V., Nigg B.M., Hintermann B., Goepfert B., Dick W., Frank C.B., Herzog W., von Tscharner V. Muscular lower leg asymmetry in middle-aged people. *Foot Ankle Int*, 2007, no. 28(2), pp. 242-249. DOI: 10.3113/FAI.2007.0242.
13. Kryuchkov A.S., Rostovtsev V.L., Myakinchenko P.E., Myakinchenko E.B., Fendel T.V. The influence of interfacial functional asymmetry of leg muscles on the motor performance of cyclic and acyclic locomotion in highly qualified biathletes. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2023, no. 7(221), pp. 203-210. DOI: 10.34835/ issn.2308-1961.2023.07.p203-211 (in Russ.)
14. Pen'kovskij V.I., Korsakova N.K. Model of blood circulation in human lower extremities. *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*, 2018, no. 3, pp. 88-93. DOI: 10.15372/ PMTF20180309. (in Russ.)
15. Mikhajlichenko L.A. Microcirculation parameters of paired organs and tissues of experimental animals within normal. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2007, no. 1(21). pp. 164-167. (in Russ.)
16. Litvin F.B., Krotova K.A., Zhigalo V.Ya., Kalosha A.I. Comparative analysis of microcirculatory response to physical activity of basketball players. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_9. (in Russ.)
17. Chuyan E.N., Ananchenko M.N. Individually-tipological approach to research of processes of microblood circulation. *Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2009, no. 3(61), pp. 159-173. (in Russ.)
18. Ovchinnikova O.A., Tikhomirova I.A. Diagnostics of Microcirculation State by Means of Laser Doppler Flowmetry Method. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2012, no. 2, pp. 98-102. (in Russ.)
19. Krupatkin A.I. Functional assessment of vascular innervation of limb skin using laser Doppler flowmetry. *Human Physiology*, 2004, vol. 30, no. 1, p. 99. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Александра Александровна Коршунова – аспирант кафедры медицины ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, инструктор ЛФК отделения медицинской реабилитации центра травматологии и ортопедии ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Ярославль», Ярославль, e-mail: alexandra.corshunowa@yandex.ru.
Александра Сергеевна Башкина – доктор медицинских наук, доцент кафедры медицины ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, Ярославль, e-mail: a.s.bashkina@mail.ru.
Василий Вячеславович Ключевский – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ЯГМУ; руководитель центра травматологии и ортопедии ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Ярославль», Ярославль, e-mail: kluchevsky@inbox.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Aleksandra A. Korshunova – Postgraduate Student of the Department of Medicine, Yaroslavl State Pedagogical University; Physical Therapy Coach of the Department of Medical Rehabilitation, Center for Traumatology and Orthopedics, Clinical Hospital "RZD-Medicine" Yaroslavl", Yaroslavl, e-mail: alexandra.corshunowa@yandex.ru.
Aleksandra S. Bashkina – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medicine, Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl, e-mail: a.s.bashkina@mail.ru.
Vasilij V. Klyuchevskij – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Yaroslavl State Medical University; Head of the Center for Traumatology and Orthopedics, Clinical Hospital "RZD-Medicine" Yaroslavl", Yaroslavl, e-mail: kluchevsky@inbox.ru.

Для цитирования: Коршунова, А.А. Вариативность механизмов микроциркуляции в нижних конечностях / А.А. Коршунова, А.С. Башкина, В.В. Ключевский // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_12

For citation: Korshunova A.A., Bashkina A.S., Klyuchevskij V.V. Variability of microcirculation mechanisms in the lower extremities. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_12

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13
УДК 612.087; 796.39

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13
UDC 612.087; 796.39

ВЛИЯНИЕ СТУПЕНЧАТО НАРАСТАЮЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЯХ ВОЛЕЙБОЛОМ

Ф.Б. Литвин[1], В.Я. Жигало[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», г. Смоленск, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет», г. Брянск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Сердечно-сосудистая система участвует в формировании гомеостатической устойчивости организма в ответ на физическую нагрузку разной продолжительности и интенсивности. Цель исследования – выявить различия вариабельности сердечного ритма у лиц женского пола при ступенчато нарастающей физической нагрузке. ***Методы.*** В исследовании участвовали 19 женщин в возрасте 22-29 лет. Для записи вариабельности сердечного ритма использовался аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.51». ***Результаты.*** Испытуемые с III типом регуляции демонстрируют адаптационную устойчивость организма при воздействии ступенчато нарастающей физической нагрузки. У исследуемых с I типом выявлены нарушения со стороны автономного и центрального механизмов регуляции, в основе которых лежит низкий уровень функциональных возможностей. ***Заключение.*** На основе полученных данных у тренера появляется объективный инструмент для повышения функциональных возможностей занимающихся и предупреждения развития донозологических изменений с учетом индивидуально-типологических особенностей регуляции сердечного ритма.
Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, волейбол, функциональное состояние, физическая нагрузка.

INFLUENCE OF PROGRESSIVE PHYSICAL ACTIVITY ON HEART RATE VARIABILITY DEPENDING ON THE TYPE OF AUTONOMIC REGULATION DURING HEALTH-IMPROVING VOLLEYBALL EXERCISES

F.B. Litvin[1], V.Ya. Zhigalo[2]
[1]Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia
[2]Bryansk State Technical University, Bryansk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The cardiovascular system participates in the formation of the body's homeostatic stability in response to physical activity of varying duration and intensity. The aim of the study was to identify differences in heart rate variability in women with progressive physical activity. ***Methods.*** The study involved 19 22-29-year-old women. The hardware and software complex "Varikard 2.51" was used to record heart rate variability. ***Results.*** Subjects with type III regulation demonstrate adaptive body stability when exposed to progressive physical activity. The subjects with type I revealed disorders of the autonomic and central regulatory mechanisms, which are based on a low level of functionality. ***Conclusion.*** Taking into the account the data obtained, the trainer has an objective tool to enhance the functional capabilities of those involved and prevent the development of pre-nosological changes considering individual and typological features of heart rate regulation.
Keywords: heart rate variability, volleyball, functional state, physical activity.

Введение. Сердечно-сосудистая система участвует в формировании гомеостатической устойчивости организма при тренировочно-соревновательной деятельности спортсменов в ответ на воздействие внешних факторов, в частности физических нагрузок разной продолжительности и интенсивности. Оценить текущее функциональное состояние организма и его адаптационно-приспособительные возможности позволяют характеристики вариабельности сердечного ритма (ВСР). Достаточно большим количеством исследований установлены особенности ВСР при физических нагрузках [1-3]. По уровню функционирования автономного и центрального механизмов

регуляции сердечного ритма оценивают адаптационные возможности организма в ответ на физические нагрузки. Доминирование автономного или центрального механизмов регуляции можно рассматривать в качестве одной из конституциональных характеристик, формирующих тип реагирования организма на воздействие внешних факторов [4]. Для выявления индивидуально-типологических особенностей вегетативного обеспечения мышечной деятельности среди спортсменов разного возраста, пола и спортивной специализации, Шлык Н.И. [5] выделила четыре типа вегетативной регуляции: I тип (умеренное преобладание) и II тип (выраженное преобладание) центрального механизма регуляции, III тип (умеренное преобладание) и IV тип (выраженное преобладание) автономного механизма регуляции сердечного ритма. В отличие от спортсменов у лиц, регулярно занимающихся оздоровительной физической культурой, с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма, недостаточно изучены особенности ВСР.

Цель работы: выявить различия ВСР при ступенчато нарастающей физической нагрузке у лиц женского пола, занимающихся любительским волейболом, с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 19 практически здоровых женщин в возрасте 22-29 лет, которые три раза в неделю занимались волейболом. На момент исследования испытуемые не имели противопоказаний для занятий физическими упражнениями. Исследования проводились во время подготовительного этапа, утром до тренировочной нагрузки. Продолжительность занятий – по 2,5 часа в день. Физические нагрузки носили смешанный, преимущественно аэробно-анаэробный характер. В процессе тренировки выполнялись кратковременные упражнения скоростно-силовой и силовой направленности. Перед тренировкой испытуемые на велоэргометре выполняли две дозированные физические нагрузки: мощность первой была 1 Вт/кг массы тела, второй – 1,5 Вт/кг массы тела. Вторую нагрузку выполняли после восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС) до исходной величины. Продолжительность каждой нагрузки составила 5 минут. Частота вращения педалей 60 оборотов в минуту.

Для записи ВСР использовали аппаратно-программный комплекс «Варикард 2.51» (РАМЕНА, Рязань-Москва) с помощью программы «Иским 6.2». Регистрацию ВСР проводили дважды: до и после физической нагрузки. Рассчитывались стандартные показатели: диапазоны значений вариационного размаха кардиоинтервалов MxDMn (мс), RMSSD – квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (мс), SI – индекс напряжения (усл.ед.). Оценивались показатели спектрального анализа ВСР: TP – общая мощность спектра (мс^2), HF – высокочастотные колебания (мс), LF – низкочастотные колебания (мс), VLF – очень низкочастотные колебания (мс), LF/HF – индекс вагосимпатического баланса (усл.ед.). Для выявления динамики изменения изученных характеристик рассчитывался относительный сдвиг, или «взвешенная дельта»:

$$(\Delta\varepsilon = x_1 – x_2 / x_1 \times 100\%),$$

где x_1 – исходное значение показателя, x_2 – после выполнения теста [6]. Для определения вегетативной реактивности симпатического отдела вегетативной системы использовали индекс вегетативной реактивности как соотношение $ИН_2/ИН_1$ [7]. Данные были сведены в таблицы и обработаны статистически с использованием пакета прикладного программного обеспечения «Statsoft Statistica» 8.0. Анализ различий парных измерений по количественным и порядковым показателям, распределение которых отличалось от нормального, проводили с использованием парного критерия Вилкоксона (T, Z). Параметры описательной статистики приведены в виде медианы и квартилей – Me [Q1; Q3]. Нулевую гипотезу отклоняли при уровне статистической значимости $p<0,05$ [8].

Результаты исследования и их обсуждение. Среди женщин, занимающихся волейболом, для проведения исследования были выделены две группы с разными типами вегетативной регуляции. Чаще других встречались III тип регуляции (11 испытуемых) и I тип (8 испытуемых). Испытуемых

со II типом оказалось 2 человека, а лица с IV типом отсутствовали. Анализ результатов исследования выявил разный уровень приспособления организма к физическим нагрузкам в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма. У испытуемых с III типом регуляции выявлены следующие различия. Установлено, что по большинству характеристик градиент сдвига по показателю «взвешенная дельта» усиливался при переходе от работы мощностью 1 Вт/кг к мощности 1,5 Вт/кг. После нагрузки мощностью 1 Вт/кг снижались показатели, оценивающие вклад автономного механизма в регуляцию сердечного ритма. В частности, медиана показателя RMSSD статистически значимо снижалась на 39% ($p<0,05$), от 81 [59; 106] до 49 [50; 54]), показателя HF – на 60% ($p<0,05$), от 2440 [1404; 4046] до 971 [601; 1236], показатель MxDMn недостоверно снижался на 10% ($p>0,05$), от 369 [344; 381] до 331 [308; 341] (табл. 1).

Таблица 1

Распределение результатов исследования ВСР у испытуемых с III типом регуляции после физической нагрузки разной мощности, Me [Q1; Q3]

Показатели ВСР	Нагрузка 1 Вт/кг				Нагрузка 1,5 Вт/кг			
	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %
ЧСС, уд./мин.	71 [72; 73]	76 [73; 78]	0,05	-7,04±1,2	67 [70; 74]	83 [80; 96]	0,01	-23,88*±2,8
MxDMn, мс.	369 [344; 381]	331 [308; 341]	–	10,29±1,4	362 [344; 392]	290 [280; 327]	–	19,89*±2,2
RMSSD, мс.	81 [59; 106]	49 [50; 54]	0,05	39,51±3,5	89 [63; 145]	54 [32; 92]	0,01	39,33±3,1
SI, усл.ед.	43 [41; 50]	61 [60; 80]	0,05	-41,86±3,9	51 [42; 76]	91 [67; 138]	0,01	-78,43*±11,1
TP, мс.	7821 [7591; 9684]	4907 [4532; 5113]	0,05	37,26±3,7	7490 [6404; 10089]	4179 [3684; 7130]	–	44,21±4,0
HF, мс.	2440 [1404; 4046]	971 [601; 1236]	0,05	60,20±9,8	2135 [1656; 3593]	1257 [343; 2742]	0,05	41,12±4,5
LF, мс.	3275 [2420; 3709]	2273 [1992; 2467]	–	30,60±2,8	3313 [2770; 4367]	1790 [1439; 3130]	–	45,97*±5,5
VLF, мс.	1230 [1021; 1787]	824 [697; 947]	0,05	33,01±14,4	1399 [1265; 1951]	508 [463; 724]	0,05	63,69*±8,2
LF/HF, усл.ед.	2,30 [1,96; 3,67]	1,86 [1,51; 2,22]	–	19,13±2,6	2,58 [1,52; 4,46]	3,47 [2,70; 6,09]	–	-35,50±7,7

Примечание (здесь и далее): ФН – физическая нагрузка; ЧСС – частота сердечных сокращений; MxDMn – вариационный размах; RMSSD – квадратный корень из среднего значения квадратов разностей величин последовательных пар интервалов; SI – индекс напряжения; TP – суммарная мощность спектра; HF – мощность волн высокой частоты; LF – мощность волн низкой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; LF/HF – индекс вагосимпатического взаимодействия: p – уровень значимости различий «до-после» нагрузки на каждом этапе тестирования; * – уровень значимости между дельтами сдвигов показателей «до-после» соответствующего теста.

При сравнении динамики показателей центрального механизма регуляции сердечного ритма до и после физической нагрузки мощностью 1 Вт/кг выявлено усиление активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), что подтверждено статистически значимым ростом индекса напряжения (SI) на 42% ($p<0,05$), дрейф медианы изменялся от 43 [41; 50] до 61 [60; 80]. Текущую активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС при выполнении мышечной работы, направленную на достижение оптимального приспособительного ответа, оценивали по показателям спектральной мощности. Суммарный показатель спектральной мощности (TP) при нагрузке 1 Вт/кг статистически значимо снижался на 37% ($p<0,05$), от 7821 [7591; 9684] до 4907 [4532; 5113]. Снижение суммарной мощности происходит за счет снижения показателя HF на 60% ($p<0,05$), от 2440 [1404; 4046] до 971 [601; 1236].

Снижение показателя VLF на 176% ($p<0,01$), от 1230 [1021; 1787] до 824 [697; 947], по всей видимости указывает на снижение надсегментарных влияний на регуляцию сердечного ритма. В работах ряда авторов отмечается, что изменение соотношения быстрых (HF), медленных (LF) и очень медленных колебаний (VLF) при физическом напряжении может быть прогностическим признаком и найти свое применение для контроля за объемом и интенсивностью тренировочных нагрузок [9]. Уровень вегетативной реактивности симпатического отдела ВНС оценивали по расчетному индексу вегетативной реактивности $ИН_2/ИН_1$. При нагрузке 1 Вт/кг показатель $ИН_2/ИН_1$ равняется 1,42 усл.ед. Увеличение мощности физической нагрузки до 1,5 Вт/кг вносило изменения в работу регуляторных механизмов, что сопровождалось повышением величины относительного сдвига («взвешенная дельта») по изученным характеристикам. Так, величина сдвига по показателю ЧСС после нагрузки 1,5 Вт/кг достигла 24% против 7% после нагрузки 1 Вт/кг. Более выраженные сдвиги отмечены по показателям симпатического отдела ВНС. В частности, максимальное значение «взвешенной дельты» по показателю SI после нагрузки мощностью 1,5 Вт/кг равнялось 78% ($p<0,01$) при ее величине после нагрузки 1 Вт/кг, равной 42%, по показателю VLF после 1,5 Вт/кг максимальный сдвиг достигал 64% ($p<0,05$), при нагрузке 1 Вт/кг – 33% ($p<0,05$), максимальный сдвиг показателя LF/HF после 1,5 Вт/кг равнялся 36% ($p<0,05$) против 19% ($p<0,05$) при нагрузке 1 Вт/кг. Сравнительный анализ расчетного показателя индекса вегетативной реактивности $ИН_2/ИН_1$ при повышении мощности до 1,5 Вт/кг показал смещение равновесия в сторону усиления симпатического отдела с величиной 1,78 усл.ед. Как отмечают исследователи [10], избыточная реактивность симпатического отдела ВНС свидетельствует о недостаточности адаптационно-приспособительных механизмов.

Таким образом, исследование состояния механизмов вегетативной регуляции, определение степени напряжения регуляторных систем у испытуемых женщин с III типом регуляции показало сохранность адаптивных реакций, сбалансированность между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС при воздействии физической нагрузки разной мощности. Известно, что система с преобладанием автономных связей в силу независимости ее элементов отличается большей пластичностью, что облегчает ее приспособление к условиям спортивной деятельности [11]. Согласно физиологической целесообразности, процессы адаптации у спортсмена с умеренным преобладанием автономного контура регуляции (III тип) протекают с большей эффективностью. Вместе с тем, при переходе от нагрузки 1 Вт/кг к нагрузке 1,5 Вт/кг вегетативный баланс смещается в сторону централизации управления сердечным ритмом. Наблюдаемая картина позволяет подойти к научному прогнозированию физических возможностей занимающихся, что играет существенную роль при решении вопросов отбора для занятий спортом, рационального построения режимов тренировок и контроля за функциональным состоянием спортсменов.

Иные адаптационно-приспособительные возможности наблюдаются у женщин, занимающихся волейболом, с I типом регуляции (умеренное преобладание центрального механизма регуляции). Сравнительный анализ показателей ВСР при разных по мощности физических нагрузках выявил снижение функциональных возможностей, которые проявились в нарушении адаптационно-приспособительных реакций организма на дозированную физическую нагрузку. Нарушение регуляции при мощности нагрузки 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг затрагивает как автономный, так и центральный механизмы регуляции (табл. 2). Так, после физической нагрузки мощностью 1 Вт/кг парадоксально повышаются показатели автономного контура регуляции MxDMn на 80% ($p<0,05$), от 173 [166; 190] до 311 [301; 442], RMSSD – на 3% ($p>0,05$), от 35 [25; 40] до 36 [32; 52], HF – на 14% ($p>0,05$), от 969 [336; 1353] до 831 [730; 1521].

Таблица 2

Распределение результатов исследования ВСР у испытуемых с I типом регуляции после физической нагрузки разной мощности, Me [Q1; Q3]

Показатели ВСР	Нагрузка 1 Вт/кг				Нагрузка 1,5 Вт/кг			
	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %	До ФН	После ФН	P<	Δ, до – после %
ЧСС, уд/мин,	86 [91; 96]	82 [79; 80]	–	4.65±0,92	78 [76; 85]	86 [85; 89]	–	-10,26±1,22
MxDMn, мс,	173 [166; 190]	311 [301; 442]	0,05	-79,77±16,40	202 [200; 220]	199 [187; 225]	–	1,49*±0,16
RMSSD, мс,	35 [25; 40]	36 [32; 52]	–	-2,86±0,52	31 [22; 48]	44 [15; 88]	–	-41,94*±9,04
SI, усл.ед.	307 [275; 321]	137 [85; 166]	0,05	55,37±8,81	165 [162; 206]	226 [194; 305]	0,05	-36,97±7,80
TP, мс,	2128 [1416; 3199]	4648 [4517; 7722]	0,05	-118,42±19,02	1470 [1379; 1848]	2388 [1203; 4634]	–	-62,45*±11,15
HF, мс,	969 [336; 1353]	831 [730; 1521]	–	14,24±1,97	358 [193; 663]	1088 [99; 2590]	0,05	-203,91*±34,83
LF, мс,	833 [779; 893]	1971 [1775; 3159]	0,05	-136,61±23,61	664 [657; 803]	840 [624; 1400]	–	-26,51*±5,04
VLF, мс,	275 [233; 375]	823 [771; 1099]	0,05	-199,27±30,45	313 [304; 330]	318 [263; 526]	–	-1,60*±0,36
LF/HF, усл.ед.	2,80 [2,74; 3,81]	4,32 [2,96; 4,53]	–	-54,29±10,22	3,16 [2,45; 4,18]	3,81 [3,66; 6,21]	–	-20,57*±4,50

Парадоксальная реакция отмечается и по динамике показателей, оценивающих активность центрального механизма регуляции. Известно, что при мышечной работе усиливается активность симпатического отдела ВНС как проявление реакции противодействия стрессу. По нашим данным, у испытуемых с I типом после нагрузки 1 Вт/кг показатель SI парадоксально снижается на 55% ($p<0,05$), от 307 [275; 321] до 137 [85; 166], также нелогично повышается на 118% ($p<0,05$), от 2128 [1416; 3199] до 4648 [4517; 7722] показатель TP, на 136% ($p<0,05$) растет величина LF, от 833 [779; 893] до 1971 [1775; 3159] и на 199% ($p<0,05$) – показатель VLF, от 275 [233; 375] до 823 [771; 1099]. После нагрузки 1,5 Вт/кг алогично на 204% ($p<0,05$), от 358 [193; 663] до 1088 [99; 2590], повышается показатель HF, на 62%, от 1470 [1379; 1848] до 2388 [1203; 4634], – показатель TP, на 42%, от 31 [22; 48] до 44 [15; 88], – показатель RMSSD.

Заключение. Таким образом, использование тестовой физической нагрузки у испытуемых с I типом регуляции выявило парадоксальный ответ на нагрузку 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг, который проявлялся повышением показателей автономного контура регуляции и снижением показателей центрального контура регуляции сердечного ритма. Парадоксальная реакция на функциональные тесты является отражением неблагоприятных тенденций как в состоянии функциональных и адаптивных возможностей спортсмена, так и в прогнозе спортивных результатов [5, 12, 13]. Полученные результаты у испытуемых с I типом регуляции в ответ на физическую нагрузку мощностью 1 Вт/кг и 1,5 Вт/кг указывают на нарушение механизмов регуляции, в основе которого лежит низкий уровень функциональных возможностей организма женщин, занимающихся волейболом.

На основе сравнительного анализа показателей ВСР у испытуемых в покое и после дозированной физической нагрузки появляется возможность осуществлять индивидуально-типологический подход к тренировочному процессу с учетом преобладающего типа регуляции, что будет способствовать дозированию тренировочных нагрузок для повышения уровня функциональной подготовки спортсменов и предупреждать формирование донозологических изменений, связанных с повышенным напряжением регуляторных систем организма.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлык, Н.И. Брадикардия и вариабельность сердечного ритма у спортсменов / Н.И. Шлык, Е.А. Гаврилова // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № S1. – С. 59-69.
2. Нарушения ритма сердца как проявление патологического спортивного сердца на разных этапах спортивной подготовки / Е.А. Гаврилова, О.А. Чурганов, Е.В. Брынцева, О.С. Ларинцева // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. – С 79-85.
3. Особенности функционального состояния и свойств центральной нервной системы квалифицированных велосипедистов 17-18 лет в различные периоды тренировочного макроцикла / А.В. Шаханова, Т.В. Челышкова, А.О. Сажина, А.Х. Агиров // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 1. – С. 11-13.
4. Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт / В.П. Казначеев, В.Ю. Куликов, Л.Е. Панин [и др.]; Под ред. В.П. Казначеева. – Ленинград: Издательство «Медицина», 1980. – 199 с.
5. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
6. Динамика работоспособности и ее автономного обеспечения у профессиональных футболистов при различных режимах анаэробного энергообеспечения на этапах подготовительного периода / П.А. Терехов, Т.М. Брук, Е.А. Киндюхин, О.С. Глазачев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2024. – № 14(2). – С. 5-15. DOI: 10.47529/2223-2524.2024.2.7.
7. Кудря, О.Н. Физиологические механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональных проб спортсменами разного возраста и пола / О.Н. Кудря // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 25-31.
8. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: Медиа Сфера, 2002. – С. 312.
9. Использование математического анализа ритма сердца для распознавания механизма некоторых форм нарушений функционального состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов / В.В. Аксенов, В.Н. Артамонов, Р.Е. Мотылянская, Ю.А. Барышкин // Теория и практика физической культуры. – 1981. – № 4. – С. 28-31.
10. Корнеева, И.Т. Функциональные изменения сердца юных спортсменов: профилактика и коррекция / И.Т. Корнеева, С.Д. Поляков // Медицинский научный и учебно-методический журнал. – 2005. – № 25. – С. 256-274.
11. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – С. 290.
12. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте: монография / Е.А. Гаврилова. – СПб: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
13. Corrado, D. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment / D. Corrado, C. Basso, G. Thiene // Heart. – 2000.–Vol.83.–P.588.DOI:10.1136/heart.83.5.588.

REFERENCES

1. Shlyk N.I., Gavrilova E.A. Bradycardia and heart rate variability in athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. s1, pp. 59-69. (in Russ.)
2. Gavrilova E.A., Churganov O.A., Bryntseva E.V., Larintseva O.S. Heart rhythm disorders as a manifestation of the pathological athletic heart at different stages of sports training. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 1, pp. 79-85. (in Russ.)
3. Shakhanova A.V., Chelyshkova T.V., Sazhina A.O., Agirov A.Kh. Peculiarities of the functional state and properties of the central nervous system of qualified cyclists aged 17-18 years in different periods of the training macrocycle. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 1, pp. 11-13. (in Russ.)
4. Kaznacheev V.P., Kulikov V.Y., Panin L.E., Sokolov V.P., Lyakhovich V.V., Shorin Y.P., Mayanskij D.N. Mechanisms of human adaptation in conditions of high latitudes. Kaznacheev V.P., ed. Leningrad: Meditsina, 1980. 199 p. (in Russ.)
5. Shlyk N.I. Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes. Izhevsk: Publishing house “Udmurt University”, 2009. 255 p. (in Russ.)
6. Terekhov P.A., Brooke T.M., Kindyukhin E.A., Glazachev O.S. Heart rate variability indices in professional football players under various anaerobic testing modes in dynamics of the preparatory period. *Sports medicine: research and practice*, 2024, no. 14(2), pp. 5-15. (in Russ.)
7. Kudrya O.N. Physiological mechanisms of adaptation of cardio-vascular system while functional tests among sportsmen of different age and sex. *Science and sport: current trends*, 2015, vol. 7, no. 2, pp. 25-31. (in Russ.)

8. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Application of the STATISTICA software package. Moscow: Media Sfera, 2002. 312 p. (in Russ.)
9. Aksenov V.V., Artamonov V.N., Motylyanskaya R.E., Baryshkin Yu.A. Using mathematical analysis of the heart rhythm to recognize the mechanism of certain forms of disorders of the functional state of the cardiovascular system in athletes. *Theory and Practice of Physical Culture*, 1981, no. 4, pp. 28-31. (in Russ.)
10. Korneeva I.T., Polyakov S.D. Functional changes the hearts of young athletes: prevention and correction. *Medical Scientific and Learning and Teaching Journal*, 2005, no. 25, pp. 256-274. (in Russ.)
11. Mikhajlov V.M. Heart rate variability: experience of practical application of the method. Ivanovo: Ivanovo State Medical Academy, 2002. 290 p. (in Russ.)
12. Gavrilova E.A. Rhythmocardiography in sports. Saint Petersburg: NWSMU named after I.I. Mechnikov, 2014. 164 p. (in Russ.)
13. Corrado D., Basso C., Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: diagnosis, prognosis, and treatment. *Heart*, 2000, vol. 83, p. 588. DOI: 10.1136/heart.83.5.588.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Федор Борисович Литвин – доктор биологических наук, профессор, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.
Владимир Яковлевич Жигало – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания и спорта, Брянский государственный технический университет, Брянск, e-mail: zhigalo@icloud.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Fedor B. Litvin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Smolensk State University of Sport, Smolensk, e-mail: bf-litvin@yandex.ru.
Vladimir Ya. Zhigalo – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports, Bryansk State Technical University, Bryansk, e-mail: zhigalo@icloud.com.

Для цитирования: Литвин, Ф.Б. Влияние ступенчато нарастающей физической нагрузки на вариабельность сердечного ритма в зависимости от типа вегетативной регуляции при оздоровительных занятиях волейболом / Ф.Б. Литвин, В.Я. Жигало // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13

For citation: Litvin F.B., Zhigalo V.Ya. Influence of progressive physical activity on heart rate variability depending on the type of autonomic regulation during health-improving volleyball exercises. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_13

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_14
УДК 612.172.2

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_14
UDC 612.172.2

РЕАКЦИЯ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА НА ПРОБУ С ФИКСИРОВАННЫМ ДЫХАНИЕМ

Г.В. Лурье[1], Е.Ю. Федорова[1], Я.В. Гурин[2], В.И. Максимов[3]
[1]Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье представлена оценка функциональных возможностей организма с использованием методики с фиксированным резонансным дыханием, которая позволяет изучить реакцию отделов вегетативной нервной системы. Цель исследования: выявление особенностей реакции студентов разного морфофункционального статуса на пробу с фиксированным дыханием. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 159 студентов, у которых анализировались ритмокардиограммы при выполнении дыхательной пробы с фиксированным дыханием (6 раз/мин). Анализ данных осуществлялся с использованием Statistica 12.0. ***Результаты.*** Нормальная реакция на пробу с резонансным дыханием выявлена у 34% студентов, парадоксальная реакция – у 11%, а у 55% испытуемых установлены гипо- и гиперреакция. Наиболее часто нормальная реакция встречается у мезоморфов с преобладанием автономного контура регуляции (50%), а парадоксальная реакция – у эндоморфов с преобладанием центрального (24,2%). ***Заключение.*** Конституциональные особенности задают «базу» для вегетативного ответа, а тип вегетативной регуляции уточняет и конкретизирует склонность к определенной реакции внутри каждого соматотипа.
Ключевые слова: вегетативная нервная система, вариабельность сердечного ритма, тип вегетативной регуляции, дыхательная проба, резонансное дыхание, тип телосложения, эктоморф, мезоморф, эндоморф.

THE REACTION OF STUDENTS OF DIFFERENT MORPHOFUNCTIONAL STATUS TO THE FIXED BREATHING TEST

G.V. Lur'e[1], E.Yu. Fedorova[1], Ya.V. Gurin[2], V.I. Maksimov[3]
[1]Moscow City University, Moscow, Russia
[2]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia
[3]Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article presents an assessment of the functional capabilities of the body using a technique with fixed resonant breathing, which allows us to study the reaction of the autonomic nervous system's departments. The aim of the study was to identify the characteristics of the reaction of students of different morphofunctional status to the fixed breathing test. ***Methods.*** The study involved 159 students whose rhythmocardiograms were analyzed while performing a fixed breathing test (6 times/min). The data was analyzed using Statistica 12.0 software. ***Results.*** A normal reaction to the resonant breathing test was detected in 34% of the students, a paradoxical reaction in 11%, hypo- and hyperreaction were found in 55% of the subjects. The normal reaction is most often found in mesomorphs with a predominance of the autonomous regulatory circuit (50%), and the paradoxical reaction in endomorphs with a predominance of the central circuit (24.2%). ***Conclusion.*** Constitutional features set the "base" for the autonomic response, and the type of autonomic regulation clarifies and specifies the propensity for a specific reaction within each somatotype.
Keywords: autonomic nervous system, heart rate variability, type of autonomic regulation, respiratory test, resonant breathing, body type, ectomorph, mesomorph, endomorph.

Введение. В последние годы нарастает интерес специалистов в области физической культуры и спорта к медико-биологическим методам оценки функционального состояния организма. Одним из таких неинвазивных и, что важно, доступных методов является кардиоритмография, которая заключается в изучении закономерностей регуляции ритма сердца [1-4]. Однако стационарное обследование в покое не всегда может выявить функциональные нарушения, в связи с чем используются различные методики, связанные с изучением вегетативной реакции на разные воздействия [5].

Отдельный интерес представляет методика с фиксированным резонансным дыханием, которая позволяет изучить реакцию отделов вегетативной нервной системы (ВНС) и выявить функциональные резервы организма [6, 7], что представляет высокую прогностическую значимость при работе со студенческой молодежью в рамках выстраивания индивидуального вектора физической и функциональной подготовки.

Цель исследования: выявление особенностей реакции студентов разного морфофункционального статуса на пробу с фиксированным дыханием.

Методы и организация исследования. Соматотипирование; кардиоинтервалография (КИГ); методы математической статистики. Тип телосложения определялся по Хит-Картеру. КИГ применялась для анализа вариабельности сердечного ритма в состоянии покоя и оценки реакции ВНС при выполнении резонансного дыхания (6 раз/мин) с использованием АПК «Варикард 2.52».

Все испытуемые – студенты 1-3 курсов Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский городской педагогический университет» (n=159), которые были распределены на 6 групп по типам телосложения и вегетативной регуляции по Шлык Н.И. [8]. Студенты с выраженным преобладанием автономного (IV тип) или центрального контура (II тип) не включались в общую выборку, т.к. полученные данные могут иметь «патологический» характер.

Статистический анализ эмпирических данных осуществлялся с использованием пакета математической статистики Statistica 12.0. Тест Шапиро-Уилка применялся для определения нормальности распределения, тест Левена – для оценки однородности распределения. Оценка достоверности различий сравниваемых выборок проводилась с использованием теста Уэлча (t-критерий Стьюдента в модификации Уэлча). Сравниваемые показатели в таблице представлены в виде среднего арифметического с учетом стандартного отклонения.

Результаты исследования и их обсуждение. Далее отражены особенности реакции студентов разного морфофункционального статуса на пробу с фиксированным дыханием.

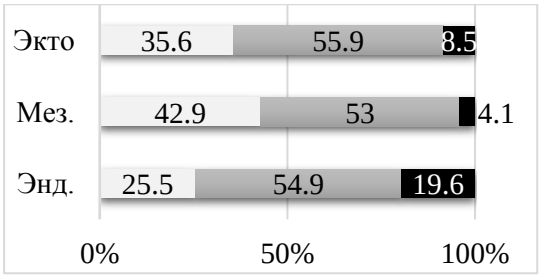
Известно, что механизмы регуляции при выполнении пробы с резонансным дыханием тесно связаны с адаптационными возможностями организма, а реакция на пробу отражает как текущее состояние ВНС, так и уровень адаптационных резервов организма. Так, при выполнении дыхательной пробы нормальная реакция выявлена у 34% студентов, парадоксальная реакция – у 11%, а у 55% испытуемых установлены гипо- и гиперреакция., то есть нарушение вегетативной регуляции отмечается у 2/3 обучающихся, что указывает на целесообразность проведения контроля за функциональным состоянием обучающихся.

На рисунке 1 представлен частотный анализ реакций на дыхательную пробу по типу телосложения и вегетативной регуляции.

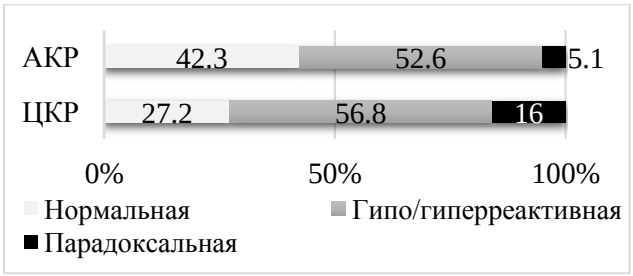
Полученные результаты позволили установить, что чаще отклонение от нормы встречается у эндоморфов (74,5%), в то время как у эктоморфов (64,4%) и мезоморфов (57,1%) частота отклонений ниже (рис. 1а). Объясняется это физиологическими особенностями разных соматотипов, предопределяющих гемодинамические и регуляторные особенности.

Распределение испытуемых по типу вегетативной регуляции (рис. 1б) также позволило обнаружить закономерность: студенты с преобладанием автономного контура регуляции (АКР) на 15% чаще имеют значение нормы, а с центральным контуром регуляции (ЦКР) – на 11% чаще с парадоксальной реакцией.

В таблице представлен статистический анализ реакции ВНС на дыхательную пробу.



1а



1б

Рис. 1. Частотный анализ реакций на дыхательную пробу по типу телосложения (а) и вегетативной регуляции (б)

Примечание: Экт. – эктоморф; Мез. – мезоморф; Энд. – эндоморф; АКР – автономный контур регуляции; ЦКР – центральный контур регуляции.

Таблица

Статистический анализ реакции вегетативной нервной системы на дыхательную пробу

Показатель	Экт.		Мез.		Энд.		АКР, %			ЦКР, %		
	АКР	ЦКР	АКР	ЦКР	АКР	ЦКР	Экт.-Мез.	Экт.-Энд.	Мез.-Энд.	Экт.-Мез.	Экт.-Энд.	Мез.-Энд.
R_{min1}, с (фон)	0,757 ±0,12	0,685 ±0,10	0,760 ±0,12	0,689 ±0,08	0,701 ±0,11	0,642 ±0,09	0,4	8,0*	8,4*	0,6	6,7*	7,3*
	10,5%*		10,3%*		9,2%*							
R_{min2}, с (проба)	0,696 ±0,10	0,610 ±0,09	0,702 ±0,11	0,618 ±0,08	0,645 ±0,09	0,581 ±0,07	0,9	7,9*	8,8*	1,3	1,7	6,4*
	10,3%*		10,0%*		7,3%*							
R_{min}, с (реакция)	0,061	0,075	0,058	0,071	0,056	0,061	5,2	8,9	3,6	5,6	23,0*	16,4
	23,0*		22,4*		8,9							
R_{max1}, с (фон)	0,959 ±0,15	0,820 ±0,13	0,946 ±0,14	0,827 ±0,12	0,872 ±0,13	0,785 ±0,11	1,4	10,0*	8,5*	0,9	4,5	5,4
	17,0%**		14,4%*		11,1%*							
R_{max2}, с (проба)	1,052 ±0,13	0,884 ±0,10	1,031 ±0,13	0,889 ±0,11	0,953 ±0,10	0,832 ±0,10	2,0	10,4*	8,2*	0,6	6,2*	6,9*
	17,7%*		16,0%*		14,5%*							
R_{max}, с (реакция)	0,093	0,064	0,085	0,062	0,081	0,047	9,4	14,8*	4,9	3,2	36,2**	31,9**
	45,3**		37,1*		72,3**							

Примечание: Экт – эктоморф; Мез – мезоморф;, Энд – эндоморф; АКР – автономный контур регуляции; ЦКР – центральный контур регуляции; * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$.

Анализ рассчитанных значений, отражающих реакции отделов ВНС на дыхательную пробу, позволил установить статистически значимые различия между испытуемыми с точки зрения разных типов телосложения и контура регуляции. Следует отметить наличие достоверных различий (при $p<0,05$) при сравнении студентов одного типа телосложения, но разной группы вегетативной регуляции (АКР или ЦКР): наибольшая разница по большинству показателей выявлена у эктоморфов в виду большей волантильности ритмокардиограммы. В то же время сравнение показателей между эктоморфами и мезоморфами как с АКР, так и с ЦКР не выявили достоверных различий по всем сравниваемым в таблице значениям (>0,05). Также важно отметить, что у студентов с АКР более высокая активность парасимпатического отдела ВНС, а с ЦКР, напротив, симпатического отдела ВНС.

В результате анализа было выявлено (рис. 2), что наиболее часто нормальная реакция встречается у мезоморфов с АКР (50%). У эндоморфов с ЦКР норма выявлена всего у 17,2%, а у 24,2% студентов парадоксальная реакция на дыхательную пробу. Парадоксальная реакция связана с получением отрицательного значения при расчете $R-R_{min}$ или $R-R_{max}$, что связано с повышением (симпатический отдел) или понижением (парасимпатический отдел) пульса при

регистрации кардиоритмограммы с выполнением резонансного дыхания и объясняется нарушением вегетативной регуляции. Поэтому важно отметить, что в нашем исследовании среди испытуемых с парадоксальной реакцией 85% случаев объясняются повышением активности симпатического отдела.

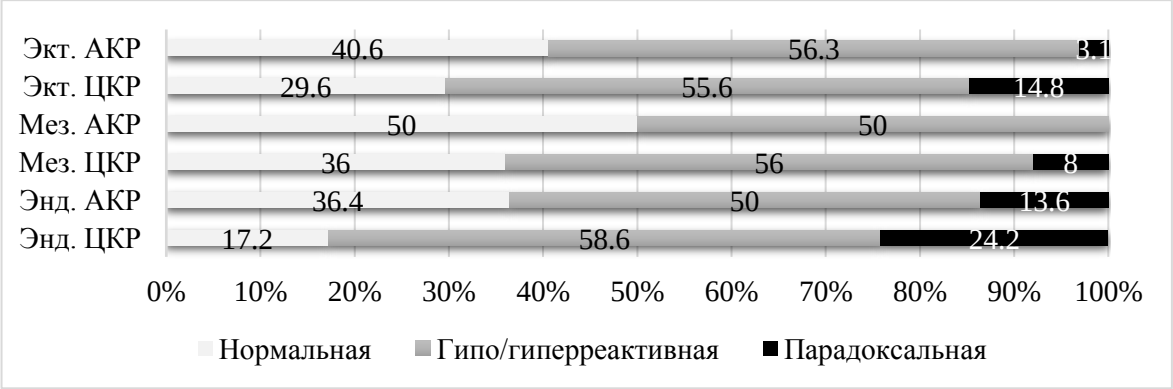


Рис. 2. Частотный анализ реакций на дыхательную пробу

Примечание: Экт. – эктоморф; Мез. – мезоморф; Энд. – эндоморф; АКР – автономный контур регуляции; ЦКР – центральный контур регуляции.

Выявленная статистика с повышенным или пониженным ответом со стороны ВНС не отражает характер реакции парасимпатического или симпатического отделов, поэтому на рисунке 3 представлено соотношение участников исследования с характеристикой вегетативного дисбаланса при выполнении дыхательной пробы.

Анализ полученных результатов позволил установить преобладающие типы реакций на дыхательную пробу студентов разного морфофункционального статуса, это указывает на то, что тип телосложения и вегетативная регуляция взаимосвязаны с характером регуляторных механизмов и выраженностью активности отделов ВНС при фиксированном резонансном дыхании.

В ходе анализа особенностей вегетативного дисбаланса в ответ на резонансное дыхание выявлено, что у студентов с АКР преимущественно повышенный отклик со стороны ВНС, в первую очередь парасимпатического отдела, а у испытуемых с ЦКР наиболее часто встречается сниженная реакция ВНС с тенденцией в сторону увеличения активности симпатического отдела, за исключением эктоморфов, у которых в 40% случаев со стороны симпатического отдела отмечается торможение, а в 13,3% – гипореакция обоих отделов.

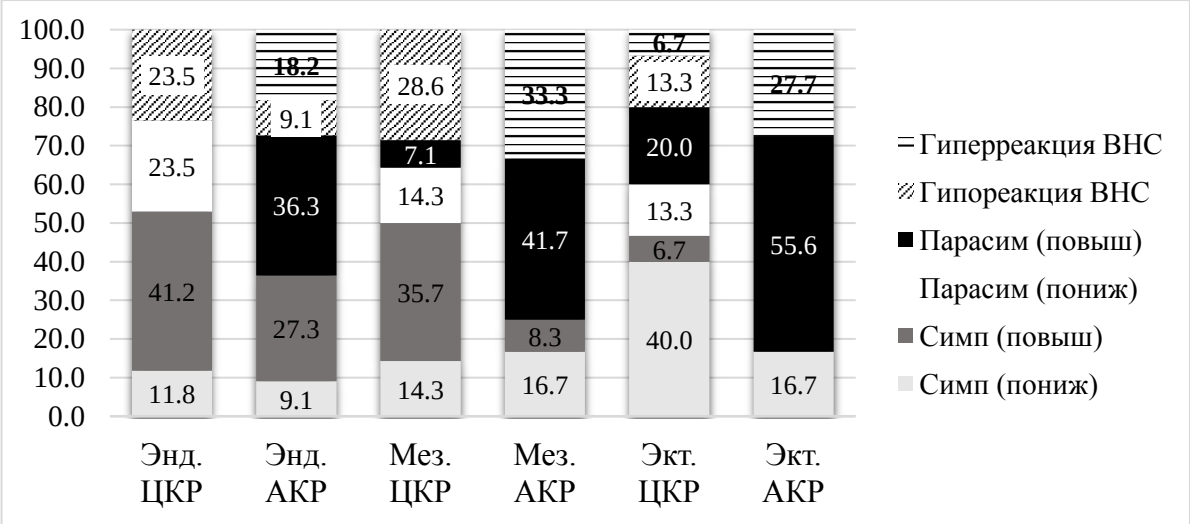


Рис. 3. Анализ особенностей вегетативного дисбаланса в группах

Примечание: ВНС – вегетативная нервная система; Экт. – эктоморф; Мез. – мезоморф; Энд. – эндоморф; АКР – автономный контур регуляции; ЦКР – центральный контур регуляции.

При анализе статистики студентов с гиперреакцией ВНС, то есть увеличением $R\text{-}R_{min}$ или $R\text{-}R_{max}$ более, чем на 0,1 с, определено, что у эктоморфов с АКР такой тип реакции встречается у 27,7% испытуемых, у 33,3% мезоморфов и 18,2% эндоморфов.

В свою очередь гипореакция ВНС зарегистрирована преимущественно у студентов с ЦКР: эктоморфы – 13,3%, мезоморфы – 28,6%, эндоморфы – 23,5%. С АКР гипореакция была выявлена только у 9,1% эндоморфов.

В связи с тем, что во всех группах были выявлены студенты с выраженными нарушениями вегетативной регуляции, но с разным соотношением по их характеру и направленности, мы пришли к закономерному заключению, что типы телосложения и регуляции сердечного ритма влияют на деятельность ВНС, но не позволяют однозначно прогнозировать интенсивность отклика организма на разные воздействия.

Таким образом, со стороны симпатического отдела ответ на резонансное дыхание более высокий у эндоморфов и мезоморфов с ЦКР, а парасимпатический отдел более активно включается у эктоморфов с АКР. Каждый тип телосложения с учетом типа регуляции ритма сердца характеризуется своими особенностями активации регуляторных механизмов, а полученные результаты указывают на целесообразность обеспечения комплексного подхода при изучении индивидуальных анатомо-физиологических особенностей студентов.

Выявленные закономерности позволяют прогнозировать адаптационные возможности организма студентов для более эффективного планирования тренировочных воздействий.

Заключение:

1. Подавляющее большинство студентов (66%) демонстрируют отклонения в вегетативной реактивности в ответ на резонансное дыхание, что свидетельствует о широком распространении напряженности регуляторных систем и снижении адаптационного резерва в данной популяции. Тот факт, что адекватная нормальная реакция на дыхательную пробу зарегистрирована лишь у трети студентов (34%), а у 2/3 выявлены те или иные формы вегетативного дисбаланса (парадоксальная, гипо- и гиперреакция), свидетельствует о значительном функциональном напряжении у студентов и диктует необходимость внедрения системного мониторинга вегетативного статуса студенческой молодежи.

2. Выявлена четкая взаимосвязь между морфофункциональным статусом и характером вегетативного ответа. Так, эндоморфный тип телосложения, особенно в сочетании с ЦКР, является предиктором наибольшего риска нарушений (74,5% отклонений), в числе которых, в первую очередь, парадоксальная реакция с гиперактивацией симпатического отдела ВНС.

3. Тип вегетативной регуляции является ключевым фактором, модулирующим реакцию в рамках одного соматотипа. Наличие АКР служит фактором устойчивости, повышая вероятность нормального ответа (42,3% против 27,2% при ЦКР), в то время как ЦКР ассоциирован с преобладанием симпатических влияний и гипореакцией. В результате соматотип является функциональной основой, а тип регуляции выступает в роли модулятора. Наши данные подтверждают, что конституциональные особенности задают «базу» для вегетативного ответа. Эндоморфы, в силу, вероятно, метаболических и гемодинамических особенностей, изначально более склонны к регуляторным нарушениям. Однако тип вегетативной регуляции уточняет и конкретизирует этот прогноз внутри каждого соматотипа. Например, мезоморф с АКР имеет высокие шансы на адекватную реакцию, в то время как мезоморф с ЦКР смещается в зону риска.

4. Определены специфические паттерны вегетативного дисбаланса: для студентов с ЦКР характерен симпатико-тонический тип ответа, тогда как для эктоморфов с АКР – ваготонический с тенденцией к гиперреакции, что указывает на разные стратегии адаптации, которые необходимо учитывать при дозировании физических и психоэмоциональных нагрузок.

5. Раскрыты механизмы парадоксальных реакций. Установлено, что в основе 85% парадоксальных реакций лежит неадекватная гиперактивация симпатического отдела ВНС, что указывает на срыв механизмов торможения и дезадаптацию, что

наиболее характерно для эндоморфов и мезоморфов с ЦКР. Таким образом, парадоксальная реакция может рассматриваться как объективный признак перегрузки симпато-адреналовой системы.

Наше исследование подтверждает высокую актуальность обеспечения комплексной диагностики для дальнейшей объективной коррекции, чтобы перейти от унифицированных программ к персонализированному управлению функциональным состоянием студентов, в том числе с использованием инновационных технологий для решения оздоровительных задач [9]. Полученные результаты имеют важное прикладное значение для повышения эффективности образовательной деятельности за счет коррекции двигательной нагрузки и/или помощи с выбором наиболее подходящего вида физической активности для студентов с учетом индивидуальных морфофункциональных особенностей, что будет обеспечивать не только повышение уровня физической и функциональной подготовленности, но и адекватную адаптацию в условиях высокой учебной нагрузки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубиков, Н.В. Комплексная оценка состояния здоровья студентов, занимающихся элективной физической культурой в высшем учебном заведении как средство оптимального распределения по видам физической культуры / Н.В. Дубиков, А.Г. Беляев // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. – 2024. – № 1(53). – С. 125-134.
2. Оценка сердечной деятельности лиц юношеского возраста на фоне учебного стресса / М.В. Зверева, Г.С. Бобков, Е.Ю. Федорова, С.Н. Бобкова // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2021. – № 3(79). – С. 116-118.
3. Исследование регуляции и адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы у молодых лиц с разным уровнем физической нагрузки / М.В. Мужиченко, Д.С. Новиков, Е.Ю. Надежкина, М.Г. Маринина // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2023. – Т. 20. – № 4. – С. 117-121.
4. Саркисов, А.К. Оценка уровня стресса студентов медицинского университета на основе вариабельности сердечного ритма: в сборнике: Актуальные проблемы физической культуры студентов медицинских вузов. Под ред. Е.О. Явдошенко / А.К. Саркисов, Е.А. Гаврилова. – Санкт-Петербург, 2025. – С. 237-242.
5. Сарыг, С.К. Вариабельность ритма сердца у студентов Тувинского государственного университета: монография / С.К. Сарыг // Кызыл: Издательство ТувГУ, 2020. – 140 с.
6. Количественные параметры вариабельности сердечного ритма во время дыхательных проб / В.О. Самойлов, Е.М. Лесова, В.П. Катунцев, С.В. Божокин // Интегративная физиология: тезисы докладов всероссийской конференции с международным участием. – 2021. – Т. 2. – № 2. – С. 173-180.
7. Анализ вариабельности кардиоритма студентов при выполнении дыхательных проб / В.Ю. Сулин, С.И. Гуляева, Г.А. Вашанов, И.А. Лавриненко // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2021. – № 85. – С. 89-94.
8. Шлык, Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности по данным анализа вариабельности сердечного ритма / Н.И. Шлык // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 9. – № 4. – С. 5-15.
9. Инновационные веб-решения для индивидуализированной коррекции телосложения / Е.Ю. Федорова, Е.А. Лубышев, А.А. Красильников, С.П. Голубничий // Современное педагогическое образование. – 2024. – № 12. – С. 212-216.

REFERENCES

1. Dubikov N.V., Belyaev A.G. Comprehensive assessment of the health status of students engaged in elective physical education at a higher educational institution as a means of optimal distribution by type of physical education. *Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series "Pedagogy and Psychology"*, 2024, no. 1(53), pp. 125-134. (in Russ.)
2. Zvereva M.V., Bobkov G.S., Fedorova E.Yu., Bobkova S.N. Assessment of the cardiac activity of young people against the background of educational stress. *Journal of Volgograd State Medical University*, 2021, no. 3(79), pp. 116-118. (in Russ.)
3. Muzhichenko M.V., Novikov D.S., Nadezhkina E.Yu., Marinina M.G. Study of regulation and adaptive capabilities of the cardiovascular system of young people with different levels of physical acti-

vity. *Journal of Volgograd State Medical University*, 2023, vol. 20, no. 4, pp. 117-121. (in Russ.)
4. Sarkisov A.K., Gavrilova E.A. Assessment of the stress level of medical university students based on heart rate variability. From the collection: Actual Problems of Physical Culture of Medical University Students. Yavdoshenko E.O., ed. Saint Petersburg, 2025. pp. 237-242. (in Russ.)
5. Saryg S.K. Heart Rate Variability in Students of Tuva State University: a monograph. Kyzyl: TuvSU Publishing House, 2020. 140 p. (in Russ.)
6. Samojlov V.O., Lesova E.M., Katuntsev V.P., Bozhokin S.V. Quantitative parameters of heart rate variability during breathing tests. Integrative Physiology: abstracts of the All-Russian Conference with International Participation, 2021, vol. 2, no. 2, pp. 173-180. (in Russ.)
7. Sulin V.Yu., Gulyaeva S.I., Vashanov G.A., Lavrinenko I.A. Analysis of cardiorhythm variability in students during performing respiratory test. *Scientific and Medical Bulletin of the Central Chernozem Region*, 2021, no. 85, pp. 89-94. (in Russ.)
8. Shlyk N.I. Express-evaluation of the functional readiness of the organism of athletes for training and competitive activity (according to the analysis of heart rate variability). *Science and sport: current trends*, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 5-15. (in Russ.)
9. Fedorova E.Yu, Lubyshev E.A., Krasilnikov A.A., Golubnichy S.P. Innovative web solutions for individualized body shape correction. *Modern Pedagogical Education*, 2024, no. 12, pp. 212-216. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Герман Владиславович Лурье – ассистент департамента физической культуры, спорта и медиакоммуникаций, младший научный сотрудник НИЦ ИЕСТ, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: germanlurye@yandex.ru.
Елена Юрьевна Федорова – доктор биологических наук, доцент, профессор департамента образовательного проектирования, руководитель НИЦ ИЕСТ, Московский городской педагогический университет, Москва, e-mail: elefedor@yandex.ru.
Ярослав Валерьевич Гурин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры морфологии ИАМ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, e-mail: yaroslavg@inbox.ru.
Владимир Ильич Максимов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры физиологии, фармакологии и токсикологии им. А.Н. Голикова и И.Е. Мозгова Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, e-mail: dr.maximov@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
German V. Lur'e – Assistant of the Department of Physical Education, Sports and Media Communications, Junior Researcher of the Research Center, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, e-mail: germanlurye@yandex.ru.
Elena Yu. Fedorova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Educational Design, Head of the Research Center, Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, e-mail: elefedor@yandex.ru
Yaroslav V. Gurin – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Department of Morphology, IAM, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: yaroslavg@inbox.ru
Vladimir I. Maksimov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Physiology, Pharmacology, and Toxicology named after A.N. Golikov and I.E. Mozgov, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin, Moscow, e-mail: dr.maximov@gmail.com.

Для цитирования: Реакция студентов разного морфофункционального статуса на пробу с фиксированным дыханием / Г.В. Лурье, Е.Ю. Федорова, Я.В. Гурин, В.И. Максимов // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_14

For citation: Lur'e G.V., Fedorova E.Yu., Gurin Y.V., Maksimov V.I. The reaction of students of different morphofunctional status to the fixed breathing test. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_14

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_15
УДК 612.176.4: 612.821.1

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_15
UDC 612.176.4: 612.821.1

ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Е.В. Макарова-Горбачева[1], А.И. Будаев[2], О.Н. Павлова[2], Н.Н. Желонкин[2]
[1]Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «Реавиз», г. Самара, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Образовательный процесс в вузе направлен на формирование устойчивых адаптационных механизмов как на уровне висцеральных систем, в частности сердечно-сосудистой системы, так и на уровне высшей нервной деятельности. Цель работы: изучить динамику показателей работы сердечно-сосудистой системы и параметров психоэмоционального состояния у студентов-медиков во время обучения на 3 курсе. ***Методы.*** У 210 обучающихся в периоды сессии и семинарских занятий регистрировали параметры работы сердечно-сосудистой системы, уровень ситуативной и личностной тревожности, уровень развития социального интеллекта, а также уровень эффективности работы. ***Результаты.*** Установлено увеличение систолического и диастолического давления, при этом отмечено снижение значений адаптационного потенциала, индекса Робинсона, вегетативного индекса Кердо, а также ситуативной и личностной тревожности и эффективности работы. ***Заключение.*** Полученные результаты могут быть объяснены, продолжающимся процессом формирования адаптационных механизмов, которые заканчиваются на более поздних этапах обучения.
Ключевые слова: адаптационный потенциал, вегетативный индекс, индекс Робинсона, таблицы Шульте.

CHANGES IN THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND INDICATORS OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF MEDICAL STUDENTS DURING THE EDUCATIONAL PROCESS

E.V. Makarova-Gorbacheva[1], A.I. Budaev[2], O.N. Pavlova[2], N.N. Zhelonkin[2]
[1]Medical University “Reaviz”, Samara, Russia
[2]Samara State Medical University, Samara, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The educational process in the University is aimed at forming stable adaptation mechanisms both at the level of visceral systems, in particular the cardiovascular system, and at the level of higher nervous activity. The aim of the work: to study the dynamics of the cardiovascular system performance indicators and the parameters of the psychoemotional state of medical students during their 3rd year of study. ***Methods.*** The parameters of the cardiovascular system’s performance, the level of state and trait anxiety, the level of development of social intelligence, and the level of work efficiency were recorded in 210 students during exam period and seminars. ***Results.*** An increase in systolic and diastolic pressure was established, while a decrease in the values of the adaptation potential, Robinson index, Kerdo autonomic index, as well as state and trait anxiety and work efficiency was noted. ***Conclusion.*** The obtained results can be explained by the ongoing process of formation of adaptive mechanisms, which ends at later stages of learning.
Keywords: adaptation potential, Kerdo autonomic index, Robinson index, Schulte tables.

Введение. В настоящее время остро стоят вопросы сохранения здоровья и увеличения продолжительности трудоспособного возраста населения. В этом свете особой важностью обладает период жизни 18-25 лет, который приходится на время обучения в вузе. Образовательный процесс направлен на приобретение новых навыков и формирование устойчивых реакций, необходимых для компетентной профессиональной деятельности, однако чрезмерно высокая ментальная нагрузка и другие стрессовые факторы, возникающие в процессе обучения, в особенности на медицинских

специальностях, могут оказать негативное влияние на различные системы организма и положить начало патологическим процессам у студентов. Одной из систем, наиболее подверженных негативным влияниям стрессовых факторов, является сердечно-сосудистая система (ССС) [1], которая определяет как когнитивные, так и физические возможности организма [2]. Среди показателей работы ССС одним из наиболее информативных является адаптационный потенциал, отображающий состояние адаптационных возможностей системы, которые могут быть использованы для приспособления к стрессовым факторам, в том числе, возникающим в процессе обучения.

Цель исследования: изучить динамику показателей работы ССС и параметров психоэмоционального состояния у студентов-медиков во время обучения на 3 курсе.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 210 обучающихся 3 курса Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Перед началом исследования у всех участников собирались письменные подтверждения добровольного участия. В периоды зимней и летней экзаменационной сессии (декабрь и июнь) и во время семинарских занятий (апрель) в течение учебного года у испытуемых регистрировали параметры работы кардиоваскулярной системы, уровень ситуативной и личностной тревожности, уровень развития социального интеллекта, а также уровень эффективности работы. Оценка работы ССС осуществлялась по таким показателям, как систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), пульсовое давление (ПД), частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем (УО), минутный объем кровообращения (МОК), адаптационный потенциал (АП), индекс функциональных изменений (ИФИ), индекс Робинсона (ИР) и вегетативный индекс Кердо (ВИК). Регистрация артериального давления осуществлялась методом Короткова, ЧСС подсчитывали пульпаторно на лучевой артерии. На основе полученных данных рассчитывали значение ИФИ по Р.М. Баевскому. Так, расчет величины ИФИ производился в баллах. Если величина ИФИ не превышала 2,60 баллов, то адаптация считалась удовлетворительной. Значение адаптационного потенциала (АП) определялось с помощью уравнения Л.А. Коневских [3]. Удовлетворительным считалось значение АП менее 7,2. Индекс Робинсона, по каторому характеризуется систолическая работа сердца, рассчитывали по формуле 1:

$$ИР = ЧСС \times САД/100 \quad (1)$$

ВИК рассчитывался по формуле 2:

$$ВИК = (1 – ДАД/ЧСС)\times 100\% \quad (2)$$

Когнитивные возможности испытуемых оценивались по эффективности работы с таблицами Шульте. Испытуемым на экране монитора поочередно предлагали таблицу, на которой в произвольном порядке расположены числа от 1 до 25. Испытуемый отыскивал числа в порядке их возрастания. Проба повторялась с пятью разными таблицами, на основе полученных результатов рассчитывался индекс эффективности работы (ЭР). Значение ситуативной (СТ) и личностной тревожности (ЛТ) у испытуемых определяли по шкале тревоги Спилбергера-Ханина, низким уровнем считался результат до 30 баллов, умеренным – 30-45 баллов, высоким – 46 баллов и выше. Социальный интеллект (СИ) определялся с помощью теста Гилфорда.

Нормальность распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Статистический анализ – с использованием t-критерия Стьюдента, а в случае непараметрического распределения данных применяли критерий Вилкоксона. Изменения считались статистически достоверными при значении $p<0,05$. Данные представлены в виде M±m и проценте отклонения от исходного значения (декабрь).

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования у студентов-медиков во время обучения на 3 курсе было выявлено статистически значимое увеличение параметров работы системы кровообращения. В первую очередь отмечалось увеличение систолического давления на 2,61% ($p<0,05$) в период летней экзаменационной сессии по сравнению с периодом зимней сессии (табл.). Изменения отмечались также

в динамике значений диастолического давления, достигших максимального прироста в 13,10% ($p<0,001$) на последней контрольной точке. В то же время у испытуемых на протяжении всего исследования отмечалось уменьшение ЧСС с наибольшей выраженностью в апреле, когда снижение относительно исходного уровня достигало 6,85% ($p<0,01$). Дальнейший анализ данных показал наличие устойчивой тенденции снижения ПД, которая, однако, не достигала уровня статистической значимости. Что касается ИФИ, то в ходе исследования отмечалось увеличение значений индекса с максимальным приростом на 4,41% в период летней экзаменационной сессии (табл.). Несмотря на незначительную выраженность динамики ИФИ наблюдаемые изменения могут рассматриваться как индикатор напряжения адаптационных возможностей ССС обучающихся к концу учебного года. При этом литературные данные отмечают наибольшую нормализацию показателей ИФИ среди студентов младших курсов именно на 3 году обучения [4], что может быть связано со спецификой обучения на медицинских специальностях, вызывающей напряжение адаптационных механизмов [5]. Еще одним подтверждением напряжения механизмов адаптации испытуемых являются показатели АП, чье достоверное снижение в конце исследования на 3,84% ($p<0,05$) оставалось в рамках значений напряжения адаптационных процессов кровеносной системы, что согласуется с данными, свидетельствующими о снижении функциональных резервов ССС у обучающихся младших курсов во время обучения в высшем учебном заведении [6]. В то же время УО демонстрировал динамику уменьшения, снижаясь на протяжении всего периода исследования, с наибольшей выраженностью в июне ($p<0,001$). Одновременное снижение УО и ЧСС вызвало значительное уменьшение такого показателя, как МОК, на 23,49% уже на первой контрольной точке ($p<0,001$), которое усиливалось к июню и составляло 26,70% ($p<0,001$). Наблюдаемая динамика может быть объяснена работой парасимпатической системы студентов, что подтверждается значениями ВИК, полученными в ходе исследования. Так, во второй контрольной точке отмечалось смещение вегетативного баланса в сторону парасимпатики, а в третьей уже отмечалось значение ВИК, соответствующее состоянию ваготонии (табл.). Дополнительное подтверждение уменьшающейся нагрузки на сердце у студентов получено при анализе ИР, который статистически значимо снижался на протяжении всего периода исследования с наиболее выраженным снижением на 5,82% ($p<0,05$) в апреле третьего года обучения. Изменение активности вегетативной нервной системы и снижение показателя АП также может быть связано с формированием устойчивых механизмов работы ССС, а не полной зрелостью этих механизмов, которая может быть обнаружена у студентов во время обучения на более поздних курсах [7].

Помимо параметров работы ССС в исследовании также изучалась динамика параметров психоэмоционального состояния студентов медиков на третьем году обучения. Одним из этих параметров является уровень СТ, который демонстрировал устойчивую динамику снижения с наибольшей выраженностью на последней контрольной точке, когда отклонение от исходного значения составляло 10,25% ($p<0,001$). Снижение уровня тревожности обучающихся может быть вызвано тем, что на третьем курсе образовательный процесс воспринимается как преодолимый и не представляет угрозы для студентов, а также наличием опыта семинарских занятий и экзаменационных сессий [8]. Схожие изменения выявлялись при анализе значений ЛТ, которые в те же временные рамки, что и СТ, составляли 8,37% ($p<0,01$). Помимо показателей тревожности у испытуемых также статистически значимо менялся уровень СИ, показавший рост на 7,75% ($p<0,05$) в период летней экзаменационной сессии. Прирост значений показателей социального интеллекта может быть связан с возрастающим увеличением социальной роли студентов-медиков, что в свою очередь может являться причиной замедления снижения параметров АП [5]. Что касается уровня внимания, оцениваемого в работе с помощью ЭР, то испытуемые демонстрировали статистически значимое снижение показателя на 8,00% ($p<0,05$) на протяжении всего периода

исследования. Наблюдаемое снижение ЭР свидетельствует об усилении когнитивных возможностей обучающихся к концу обучения на третьем курсе.

Таблица

Параметры центральной гемодинамики студентов в различное время года

Месяц / Параметры	Декабрь	Апрель	Июнь
САД, мм рт. ст.	114,65±1,81	116,25±1,031	117,65±1,27*
ДАД, мм рт. ст.	67,60±1,19	72,75±1,01**	76,45±1,733***
ЧСС, уд/мин	73,00±2,04	68,00±1,05**	69,65±1,13
ПД, мм рт. ст.	47,05±1,99	43,50±1,38	41,20±1,05
ИФИ, балл	2,04±0,06	2,05±0,03	2,13±0,04
АП, балл	7,81±0,19	7,36±0,10	7,51±0,107+
УО, мл	71,33±1,41	66,46±1,125	62,37±1,37***
МОК, мл/мин	5194,03±169,89	4525,85±123,52***	4335,34±108,68***
ВИК, балл	6,31±2,47	-7,65±2,58***	-10,24±2,84***
ИР, усл.ед.	83,96±3,17	79,07±1,51*	81,92±1,63***
СТ, балл	33,65±1,57	30,70±1,41**	30,20±1,13***
ЛТ, балл	40,60±1,63	38,40±1,27*	37,20±0,98**
СИ, балл	26,45±1,07	28,30±0,65	28,50±0,65*
ЭР, балл	33,10±1,35	30,45±1,26*	30,45±0,79*

Примечание: * – $p<0,05$, t-критерий Стьюдента; ** – $p<0,01$, t-критерий Стьюдента; *** – $p<0,001$, t-критерий Стьюдента; + – $p<0,05$, критерий Вилкоксона; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; ПД – пульсовое давление; ИФИ – индекс функциональных изменений; АП – адаптационный потенциал; УО – ударный объем; МОК – минутный объем крови; ВИК – вегетативный индекс Кердо; ИР – индекс Робинсона; СТ – ситуативная тревожность; ЛТ – личностная тревожность; СИ – социальный интеллект; ЭР – эффективность работы.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования была выявлена динамика снижения показателей работы сердечно-сосудистой системы, при этом многие показатели адаптационных возможностей системы остаются в рамках значений напряжения механизмов. В то же время наблюдались снижение показателей тревожности у студентов-медиков и рост социального интеллекта и эффективности работы, что объясняется незавершенной перестройкой систем организма, необходимой для полноценной профессиональной деятельности обучающихся.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hughes, B.M. Cardiovascular stress-response adaptation: Conceptual basis, empirical findings, and implications for disease processes / B.M. Hughes, W. Lü, S. Howard // Int J Psychophysiol. – 2018. – No. 131. – P. 4-12.
2. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Москва: Медицина, 1997. – 236 с.
3. Патент RU 2314019 C2. Способ оценки адаптационного потенциала: заявлено 23.01.2006: опубл. 10.01.2008. / Л.А. Коневских, И.Е. Оранский, Е.И. Лихачева.
4. Орлов, А.И. Исследование показателей индекса функциональных изменений студентов вузов 1-3 курсов / А.И. Орлов, А.Г. Шугаев // XI международная научно-практическая конференция «актуальные проблемы физической культуры, спорта, здорового и безопасного образа жизни»: Сборник статей конференции, Нижний Новгород, 15 апреля 2021 года. – 2021. – С. 59-66.
5. Тимофеева, Ю.Н. Основные трудности адаптационного периода первокурсников медицинского вуза / Ю.Н. Тимофеева // Педагогика, психология, общество: современные тренды: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары, 24 апреля 2020 г. Чебоксары: ИД «Среда». – 2020. – С. 252-255.
6. Состояние физического здоровья юношей-первокурсников разных факультетов Тувинского государственного университета / А.О. Ондар, С.К. Сарыг, У.В. Доржу, Р.И. Айзман //

Сибирский педагогический журнал. – 2025. – № 1. – С. 156-169.
7. Лезарева, Т.А. Об эффективности механизмов психофизиологической адаптации в динамике учебно-образовательного процесса / Т.А. Лезарева, С.А. Лытаев // Педиатр. – 2019. – № 10(6). – С. 67-77.
8. Уварова, М.Ю. Исследование личностной тревожности и мотивации достижения у студентов-первокурсников / М.Ю. Уварова, Е.А. Кедярова // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Психология. – 2014. – № 8. – С. 74-86.

REFERENCES

1. Hughes B.M., Lü W., Howard S. Cardiovascular stress-response adaptation: Conceptual basis, empirical findings, and implications for disease processes. *Int J Psychophysiol*, 2018, no. 131, pp. 4-12.
2. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Assessment of the adaptive capabilities of the body and the risk of developing diseases. Moscow: Medistina, 1997. p. 236. (in Russ.)
3. Konevskikh L.A., Oransky I.E., Likhacheva E.I. Method for assessing adaptive potential. Patent RU 2314019 C2, 2008. (in Russ.)
4. Orlov A.I., Shugaev A.G. Study of the indices of functional changes in 1-3-year university students. XI International Scientific and Practical Conference "Current Issues of Physical Culture, Sports, Healthy and Safe Lifestyle": collection of conference articles. Nizhny Novgorod, April 15, 2021. pp. 59-66. (in Russ.)
5. Timofeeva Yu.N. The main difficulties of the adaptation period of first-year medical students. Pedagogy, Psychology, Society: Modern Trends: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (Cheboksary, April 24, 2020). Cheboksary: Publishing house "Sreda". 2020. pp. 252-255. (in Russ.)
6. Ondar A.O., Saryg S.K., Dorzhu U.V., Aizman R.I. The state of physical health of first-year students from different faculties of Tuva State University. *Siberian Pedagogical Journal*, 2025, no. 1, pp. 156-169. (in Russ.)
7. Lezareva T.A., Lytaev S.A. On the effectiveness of mechanisms of psychophysiological adaptation in the dynamics of the educational process. *Pediatrician*, 2019, no. 10(6), pp. 67-77. (in Russ.)
8. Uvarova M.Yu., Kedyarova E.A. Study of Personal Anxiety and Motivation of Achievement of First-Year Students. *Bulletin of Irkutsk State University. Series "Psychology"*, 2014, no. 8, pp. 74-86. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Екатерина Валерьевна Макарова-Горбачева – ассистент кафедры медико-биологических дисциплин Медицинского университета «Реавиз», Самара.
Александр Иванович Будаев – преподаватель кафедры физиологии, Самарский государственный медицинский университет, Самара, e-mail: a.i.budaev@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-3729-0430.
Ольга Николаевна Павлова – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии, Самарский государственный медицинский университет, Самара, e-mail: o.n.pavlova@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-8055-1958.
Николай Николаевич Желонкин – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической технологии с курсом биотехнологий – базовой кафедры «Озон фармацевтика», Самара, e-mail: n.n.zhelonkin@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-3856-0906.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ekaterina V. Makarova-Gorbacheva – Assistant of the Department of Biomedical Disciplines, Reaviz Medical University, Samara.
Aleksandr I. Budaev – Lecturer of the Department of Physiology, Samara State Medical University, Samara, e-mail: a.i.budaev@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-3729-0430.
Olga N. Pavlova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physiology, Samara State Medical University, Samara, e-mail: o.n.pavlova@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-8055-1958.
Nikolaj N. Zhelonkin – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Technology with a course in biotechnology – Specialized Department of "Ozon Pharmaceuticals", Samara, e-mail: n.n.zhelonkin@samsmu.ru, ORCID: 0000-0002-3856-0906.

Для цитирования: Изменения параметров работы сердечно-сосудистой системы и показателей психоэмоционального состояния студентов-медиков в процессе обучения / Е.В. Макарова-Горбачева, А.И. Будаев, О.Н. Павлова, Н.Н. Желонкин // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_15

For citation: Makarova-Gorbacheva E.V., Budaev A.I., Pavlova O.N., Zhelonkin N.N. Changes in the parameters of the cardiovascular system and indicators of the psychoemotional state of medical students during the educational process. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_15

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_16
УДК 612.14

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_16
UDC 612.14

СУТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РИТМОВ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИТБОЛ-ГИМНАСТИКОЙ СТУДЕНТОК С ВЕГЕТО-СОСУДИСТОЙ ДИСТОНИЕЙ ПО ГИПЕРТОНИЧЕСКОМУ ТИПУ

Е.А. Милашечкина, В.И. Торшин
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Вегетососудистая дистония является достаточно распространенным нарушением здоровья среди обучающейся молодежи, которое чаще протекает на фоне увеличения влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы. Несоответствие функционирования органов и систем суточным ритмам может привести к нарушениям адаптации. Физические упражнения применяются в качестве коррекционных мер при нарушениях здоровья различной этиологии. Цель: определить влияние занятий фитбол-гимнастикой на организацию суточных ритмов артериального давления у студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу. ***Методы.*** Для определения организации суточных ритмов использовали метод косинор-анализа. ***Результаты.*** У студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу значения акрофаз суточного ритма систолического и диастолического артериального давления определены в ночное время: в 1,58 и в 0,44 часов соответственно, что не соответствует ритмам артериального давления студенток контрольной группы. ***Заключение.*** После проведения курса упражнений фитбол-гимнастики у студенток с вегетососудистой дистонией произошло смещение акрофаз показателей артериального давления с ночного на дневное время.
Ключевые слова: вегетососудистая дистония, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, пульсовое давление, студентки, фитбол-гимнастика.

DAILY ORGANIZATION OF ARTERIAL PRESSURE RHYTHMS IN FEMALE STUDENTS WITH THE HYPERTENSIVE TYPE OF VEGETATIVE-VASCULAR DYSTONIA, WHO ARE ENGAGED IN FITBALL GYMNASTICS

E.A. Milashechkina, V.I. Torshin
RUDN University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Vegetative-vascular dystonia is a common health disorder among students, which often occurs against the background of increased influence of the sympathetic division of the autonomic nervous system. The discrepancy between the functioning of organs / systems and circadian rhythms can lead to adaptation disorders. Physical exercise is applied as a corrective measure for health disorders of various origin. Objective: to determine the effect of fitball gymnastics on the organization of circadian rhythms of arterial pressure in female students with the hypertensive type of vegetative-vascular dystonia ***Methods.*** The cosinor analysis method was used to determine the organization of circadian rhythms. ***Results.*** In female students with the hypertensive type of vegetative vascular dystonia, the acrophases of the circadian rhythm of systolic and diastolic arterial pressure were recorded at night: 1:58 and 0:44 hours, respectively, which does not correspond to the arterial pressure rhythms of female students in the control group. ***Conclusion.*** After the fitball gymnastics course, the female students with vegetative-vascular dystonia experienced a shift in the blood pressure acrophases from night to daytime.
Keywords: vegetative-vascular dystonia, systolic arterial pressure, diastolic arterial pressure, pulse pressure, female students, fitball gymnastics.

Введение. Вегетососудистая дистония является довольно распространенным заболеванием среди студенческой молодежи, у которой часто встречается нарушение баланса отделов вегетативной нервной системы, причем преимущественно у лиц женского пола [1, 2]. Течение заболевания может идти с преобладанием симпатических или парасимпатических влияний, т.е. по гипертоническому или гипотоническому типу. Но зачастую преобладают именно симпатические влияния, которые при

неблагоприятном протекании могут привести к устойчивым поражениям органов-мишеней: сердца и сосудов [3, 4].

Занятия физическими упражнениями оздоровительной направленности могут повысить уровень адаптационных возможностей организма и предотвратить развитие устойчивых изменений на фоне развития вегетососудистой дистонии. Различные виды оздоровительной гимнастики довольно часто применяются в качестве лечебных, коррекционных и профилактических мероприятий не только для улучшения мышечного тонуса, но и для увеличения резервных возможностей организма [5].

Органы и системы живых организмов функционируют в соответствии с определенными ритмами. Суточные ритмы связаны со сменой дня и ночи. Несоответствие функционирования гомеостатических систем суточным ритмам может привести к нарушениям адаптации.

Изложенное выше и обусловило цель нашего исследования: определить влияние занятий фитбол-гимнастикой на организацию суточных ритмов артериального давления у студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу.

Методы и организация исследования. Исследование проводили в Северо-Кавказском федеральном университете. В исследовании приняли участие студентки младших курсов с вегетососудистой дистонией (ВСД), не занимающиеся никакими видами оздоровительной физической культурой (n=24), и студентки с вегетососудистой дистонией, занимающиеся оздоровительной фитбол-гимнастикой (n=22). В качестве контрольной группы были обследованы практически здоровые студентки (n=58). Измерение артериального давления проводили в 8.00, 12.00, 16.00 и в 20.00 часов во всех исследуемых группах.

Результаты исследования подвергались вариационно-статистической обработке с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016 и SPSS (версия 19.0 for Windows). Уровень достоверности различий изучаемых показателей определяли с помощью t-критерия Стьюдента в соответствии с нормальным распределением вариационных рядов. Нормальность распределения определялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Результаты считали статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$. Суточные ритмы артериального давления рассчитывали при помощи компьютерной программы «Cosinor Ellips 2006» (Свидетельство о регистрации № 2006611345) [6].

Суточную организацию ритмов оценивали по параметрам акрофазы – максимума функции в течение суток, амплитуды и мезора.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенного обследования было установлено, что у студенток всех групп имеется достоверный суточный ритм систолического и диастолического артериального давления (рис. 1). Однако характер суточного ритма у студенток разных групп существенно отличался. В контрольной группе суточный ритм систолического артериального давления (САД) имеет следующие значения: акрофаза определена в 10,14 часов, амплитуда – 3,86 мм рт. ст., мезор – 118,41 мм рт. ст. У студенток с ВСД по гипертоническому типу суточный ритм САД выявлен с акрофазой, то есть максимальным значением функции, в 1,58 час, амплитудой 4,87 мм рт. ст. и средним значением синусоиды 133,56 мм рт. ст. В группе студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу отмечается тенденция к смещению акрофазы в ночное время суток. У студенток с ВСД по гипертоническому типу, занимающихся фитбол-гимнастикой, суточный ритм САД определен со средней акрофазой в 12,91 часов, амплитудой 7,58 и мезором 118,60 мм рт. ст.

Средняя акрофаза диастолического артериального давления (ДАД) студенток контрольной группы зафиксирована в 10,15 часов, амплитуда на уровне 3,24 мм рт. ст., а мезор – 76,36 мм рт. ст., а у студенток с ВСД по гипертоническому типу акрофаза ДАД определена в 0,44 часов, амплитуда составила 4,89 мм рт. ст., мезор – 87,70 мм рт. ст. У студенток с ВСД по гипертоническому типу группы гимнастики акрофаза зарегистрирована в 11,01 часов, амплитуда составила 5,22 мм рт. ст., мезор – 76,60 мм рт. ст., что свидетельствует о положительном влиянии гимнастических упражнений на исследуемые показатели.

У девушек контрольной группы акрофазы САД и ДАД полностью синхронизированы, у студенток с ВСД по гипертоническому типу в обеих группах показатели максимума артериального давления имеют разницу более, чем в 1 час, то есть рассинхронизированы.

Рассматривая динамику изменений показателя пульсового давления (ПД) в течение дня (рис. 2), определили, что у студенток контрольной группы максимальные значения выявлены в 8 и 16 часов, диапазон колебаний ПД составил 3 мм рт. ст, что не превышает 6-8% разницы минимальных и максимальных значений. У студенток с ВСД по гипертоническому типу от 8.00 до 20.00 динамика ПД и значения более высокие. Так, максимальные величины этого показателя приходятся на 12 и 16 часов, что на 10% отличается от утренних значений. В группе гимнастики с ВСД по гипертоническому типу ПД несколько снизилось под влиянием физических упражнений оздоровительной направленности, но динамика осталась практически прежней. Причем показатели пульсового давления у студенток с ВСД по гипертоническому типу, не получавших дополнительный объем физической активности оздоровительного характера, несколько возросли, в среднем на 3-5% по сравнению с величинами начала учебного года. Полученные данные свидетельствуют об усилении отрицательного влияния ВСД на функционирование сердечно-сосудистой системы.

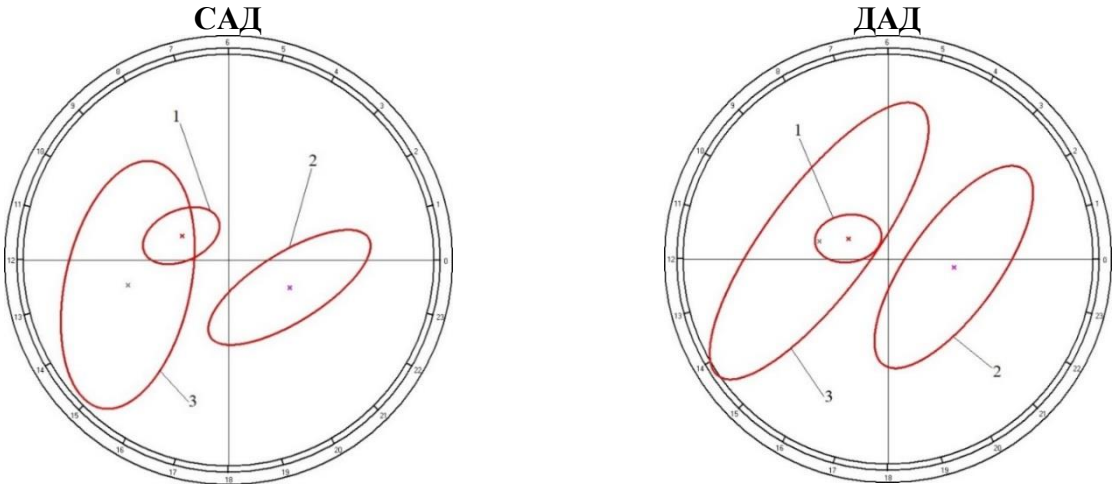


Рис. 1. Суточный ритм систолического (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) у студенток с вегетососудистой дистонией (ВСД) по гипертоническому типу

Примечание: 1 – контрольная группа; 2 – ВСД по гипертоническому типу; 3 – ВСД гимнастика.

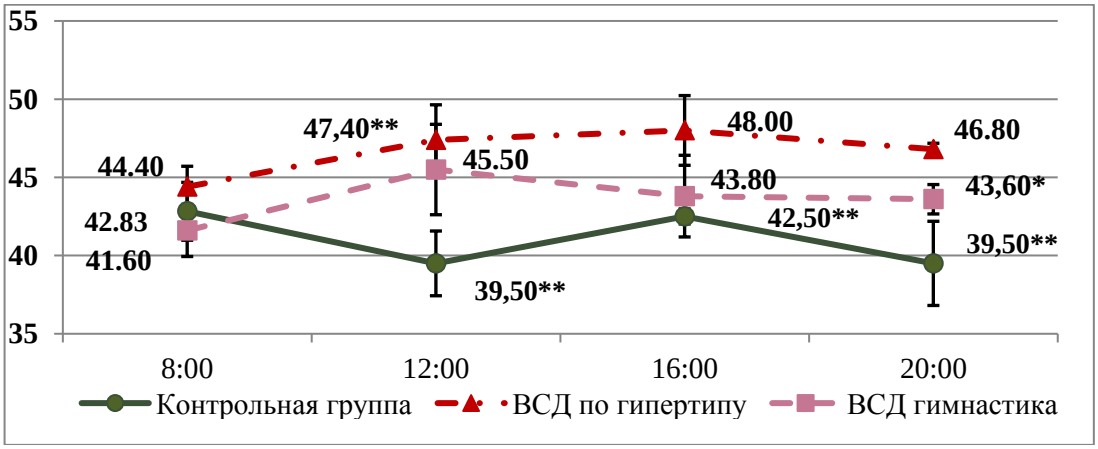


Рис. 2. Динамика пульсового артериального давления (ПД) у студенток, имеющих вегетососудистую дистонию (ВСД) по гипертоническому типу, мм рт. ст.

Примечание: * – достоверность различия средних величин ПД между ВСД по гипертоническому типу и ВСД гимнастика ($p<0,05$); ** – достоверность различия средних величин ПД между контрольной группой и ВСД по гипертоническому типу ($p<0,01$).

Заключение. У студенток с вегетососудистой дистонией нарушены суточные ритмы экспонентов артериального давления – акрофазы САД и ДАД фиксируются в ночное время, что указывает на неблагоприятный прогноз для дальнейшего развития артериальной гипертензии.

Занятия фитбол-гимнастикой благоприятно влияют на состояние системы кровообращения студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу.

Регулярные занятия оздоровительной физической культурой положительно воздействуют на организацию суточных ритмов артериального давления, смещая максимум функции с ночного времени на утренние часы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяконова, Е.Н. Эффективная терапия вегетососудистой дистонии у пациентов молодого возраста / Е.Н. Дьяконова, В.В. Макерова // Лечащий врач. – 2016. – № 2. – С. 17.
2. Ивахник, О.Н. Суточный ритм артериального давления и показателей вариационной ритмопульсометрии при выполнении клиноортостатической пробы у детей и подростков с синдромом вегетативной дистонии / О.Н. Ивахник, И.Г. Кузнецова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – Т.5. – № 1. – С. 83-86.
3. Кухтевич, И.И. Синдром вегетососудистой дистонии как соматоформное расстройство / И.И. Кухтевич, Н.И. Алешина // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2019. – Т. 15. – № 1. – С. 159-162.
4. Суринов, Д.В. Нейроциркуляторная дистония, этиология и патогенез. Литературный обзор / Д.В. Суринов, О.Н. Рагозин // Научный медицинский вестник Югры. – 2021. – Т. 27. – № 1. – С. 32-42.
5. Лукина, Г.Г. К проблеме формирования содержания занятий лечебно-оздоровительной гимнастикой с лицами, перенесших инсульт / Г.Г. Лукина, С.Л. Михайлова // Фитнес и его роль в оздоровлении населения России: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2020. –С. 98-102.
6. Корягина, Ю.В. Cosinor Ellipse 2006 № 2006611345 / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин / Программы для ЭВМ… (офиц. бюл.). – 2006. – № 3(56). – С.42.

REFERENCES

1. D'yakonova E.N., Makerova V.V. Effective therapy of vegetative-vascular dystonia in young patients. *Lvrach.ru*, 2016, no. 2, pp. 17. (in Russ.)
2. Ivakhnik O.N., Kuznetsova I.G. Daily rhythm of blood pressure and variational pulse indices during clinoorthostatic test in children and teenagers with vegetative dystonia syndrome. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*, 2009, vol. 5, no. 1, pp. 83-86. (in Russ.)
3. Kukhtevich I.I., Aleshina N.I. Vegetative dystonia syndrome as a somatoform disorder. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*, 2019, vol. 15, no. 1, pp. 159-162. (in Russ.)
4. Surinov D.V., Ragozin O.N. Neurocirculatory dystonia, etiology and pathogenesis. literature review. *Scientific Medical Bulletin of Yugra*, 2021, vol. 27, no. 1, pp. 32-42. (in Russ.)
5. Lukina G.G., Mikhajlova S.L. On the problem of forming the content of therapeutic and health-improving gymnastics classes for persons who have suffered a stroke. Fitness and its role in improving health of the Russian population: collection of materials of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference. Herzen University 2021, no. 1(39), pp. 86-90. (in Russ.)
6. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Cosinor Ellipse 2006 No. 2006611345. *Programmy dlya EVM… (ofits. byul.)*, 2006, no. 3(56), p. 42. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Елена Анатольевна Милашечкина – кандидат биологических наук, доцент кафедры физического воспитания и спорта, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, e-mail: milashechkina-ea@pfur.ru.
Торшин Владимир Иванович – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии медицинского института, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, e-mail: torshin-vi@rudn.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Elena A. Milashechkina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports, RUDN University, Moscow, e-mail: milashechkina-ea@pfur.ru.
Vladimir I. Torshin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Medical Institute, RUDN University, Moscow, e-mail: torshin-vi@rudn.ru.

Для цитирования: Милашечкина, Е.А. Суточная организация ритмов артериального давления занимающихся фитбол-гимнастикой студенток с вегетососудистой дистонией по гипертоническому типу / Е.А. Милашечкина, В.И. Торшин // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_16
For citation: Milashechkina E.A., Torshin V.I. Daily organization of arterial pressure rhythms in female students with the hypertensive type of vegetative-vascular dystonia, who are engaged in fitball gymnastics. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_16

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_17
УДК 615.849.1

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_17
UDC 615.849.1

СПЕЦИФИКА ПОСТУРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ, С УЧЕТОМ ВОЗРАСТНЫХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ АСПЕКТОВ

А.С. Назаренко, Ф.А. Мавлиев
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Постуральный контроль является одним из ключевых компонентов моторного развития ребенка, обеспечивая устойчивость и координацию движений в процессе активного роста. Цель работы – оценить возрастную динамику вегетативной регуляции и постурального контроля у спортсменов, а также наличие взаимосвязи между автономной регуляцией и устойчивостью позы. ***Методы.*** Были обследованы спортсмены и не спортсмены в возрасте от 7 до 19 лет в количестве 110 человек, у которых производилась оценка показателей вариабельности ритма сердца и стабилометрических параметров постурального контроля. ***Результаты.*** Корреляционные зависимости между автономной регуляцией и постуральным контролем различаются в исследуемых группах. Результаты дискриминантного анализа подтвердили наличие объективных различий между спортсменами и не спортсменами по совокупности исследуемых параметров. ***Заключение***. Возрастная динамика вегетативного обеспечения имеет различную направленность у спортсменов и не спортсменов. У не спортсменов с возрастом наблюдается рост доли низкочастотного компонента в спектре вариабельности сердечного ритма, что указывает на постепенное усиление симпатического влияния. Постуральный контроль демонстрирует отчетливое возрастное улучшение у спортсменов, тогда как у не спортсменов подобная динамика отсутствует.
Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, адаптация, постуральный контроль, сенсорные системы, возраст, спортсмены.

POSTURAL CONTROL IN CHILDREN AND ADOLESCENTS INVOLVED IN SPORTS, TAKING INTO ACCOUNT AGE AND AUTONOMIC ASPECTS

A.S. Nazarenko, F.A. Mavliev
Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Postural control is a key component of a child's motor development, ensuring stability and coordination of movements during active growth. The aim of the study was to evaluate the age-related dynamics of autonomic regulation and postural control in athletes, as well as the relationship between autonomic regulation and postural stability. ***Methods.*** A total of 110 athletes and non-athletes aged 7 to 19 years were examined, and heart rate variability and stabilometric parameters of postural control were assessed. ***Results.*** The correlation between autonomic regulation and postural control differed between the study groups. The results of discriminant analysis confirmed the presence of objective differences between athletes and non-athletes in the set of studied parameters. ***Conclusion.*** The age-related dynamics of autonomic support has different directions in athletes and non-athletes. In non-athletes, the low-frequency component in the heart rate variability spectrum increases with age, indicating a gradual strengthening of the sympathetic influence. Postural control shows a clear age-related improvement in athletes, while no such dynamics are observed in non-athletes.
Keywords: heart rate variability, adaptation, postural control, sensory systems, age, athletes.

Введение. Постуральный контроль является одним из ключевых компонентов моторного развития ребенка, обеспечивая устойчивость и координацию движений в процессе активного роста. Развитие этой функции связано с постепенным созреванием центральной нервной системы и согласованным взаимодействием проприоцептивной, зрительной и вестибулярной систем [1]. Исследования показывают, что возрастные изменения, протекающие в растущем организме, существенно влияют на показатели постурального контроля, и их влияние носит нелинейный характер.

Например, показано, что по мере взросления ребенка отмечается качественный переход в стратегии постурального контроля: дети уходят от преимущественно баллистических, открытых коррекций (open-loop), характерных для 4-7 лет, к более медленным и точным сенсорно-управляемым (closed-loop) корректировкам. Типы коррекции open-loop и closed-loop относят к разным стратегиям поддержания позы, где первая – неточная и опирается на команды с минимумом обратной вязи (свойственна детям до 8 лет), а вторая учитывает обратную связь и постоянно вносит корректировки в ходе поддержания позы и является более точной [2]. В дальнейшем наблюдается интеграция обоих режимов, приближающаяся ко взрослому типу постурального контроля. При этом исследования показывают, что в детском возрасте наблюдаются периоды интенсивного улучшения способности к поддержанию равновесия, которые наиболее выражены между 6-7 и 8-9 годами, отмечается большая зависимость от зрительной информации для удержания позы, что указывает, по всей видимости, на незавершенность интеграции сенсорных систем [3]. По мере созревания организма происходят постепенное снижение роли зрительного контроля и формирование более сбалансированного сенсорного вклада сенсорных систем, характерного для взрослого человека [4].

Актуальность исследований, посвященных изучению развития постурального контроля важно не только для понимания физиологии детского организма, но и для практического применения, в частности в области спорта. Так, современные данные показывают, что индивидуальная вариативность и постепенная интеграция сенсорных сигналов формируют основу для будущей адаптивности движений [5]. В связи с этим данные знания активно применяются в спортивной практике, где тренеры используют упражнения на равновесие для ускорения формирования моторных навыков у детей и подростков. В клинической же сфере постуральный контроль рассматривается как важный показатель в процессе реабилитации, отражающий восстановление двигательных функций [6].

Несмотря на множество исследований, малочисленно работ, посвященных одновременному исследованию особенностей постурального контроля и вегетативной регуляции у здоровых людей с учетом наличия или отсутствия опыта спортивной деятельности. Анализ литературы показал лишь наличие работ у лиц с различными патологиями, например, рассматривающих постуральный контроль и особенности вегетативного обеспечения у лиц с болезнью Паркинсона [7] или у детей-больных [8].

Применение комплексного анализа вегетативного статуса и особенностей постурального контроля позволит более детально раскрыть механизмы становления функции равновесия тела на фоне различных особенностей функционирования вегетативной нервной системы.

Цель работы – оценить возрастную динамику вегетативной регуляции и постурального контроля у спортсменов, а также наличие взаимосвязи между автономной регуляцией и устойчивостью позы.

Методы и организация исследования. Исследование проходило на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. Были обследованы спортсмены и не спортсмены в возрасте от 7 до 19 лет в количестве 110 человек (табл. 1).

Таблица 1

Обследованные спортсмены и не спортсмены в возрасте от 7 до 19 лет, n=110

Вид исследуемых	Возраст, лет													Всего
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Спортсмены	1	1	1	5	6	5	2	6	6	2	3	3	4	45
Не спортсмены	0	4	5	8	6	6	6	10	6	3	0	3	8	65
Всего	1	5	6	13	12	11	8	16	12	5	3	6	12	110

Производилась запись показателей вариабельности ритма сердца с помощью системы «Нейрософт» со спектральным анализом вариабельности ритма сердца с выделением спектров VLF (Very Low Frequency – крайне низкая частота) 0,0033-0,04 Гц; LF (Low Frequency – низкая частота) 0,04-0,15 Гц; HF (High Frequency – высокая частота) 0,15-0,4 Гц.

Оценка постуральной устойчивости проведена на стабилоплатформе с биологической обратной связью «Стабилан-01» ЗАО ОКБ «Ритм» (г. Таганрог) с помощью пробы Ромберга (тест «открытые и закрытые глаза»): Q_X, мм – разброс по фронтальной плоскости; Q_Y, мм – разброс по сагиттальной плоскости; R (средний разброс), мм – средний радиус отклонения центра давления; V_{CP}, мм/с – средняя линейная скорость колебания центра давления; V_S, мм^2/с – показатель характеризует среднеамплитудную скорость изменения площади статокинезиограммы; S_{ELLS}, мм^2 – площадь доверительного эллипса статокинезиограммы характеризует рабочую площадь опоры человека; IV (индекс скорости), усл.ед. – средняя скорость изменения положения центра давления обследуемого за время исследования; OD (оценка движения), усл.ед. – характеризует показатели «длина кривой» и «средний разброс», которые при уменьшении показывают улучшения качества функции равновесия: КФР, % – качество функции равновесия, оценивает, насколько минимальна скорость колебания центра давления при поддержании вертикальной позы. Выполнялась классическая проба Ромберга: вертикальная стойка на платформе сначала с открытыми глазами, а затем с закрытыми. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 20. Корреляционный анализ проводился по методу Бравэ-Пирсона или Спирмена (в зависимости от характера распределения значений в выборке). Различия считали статистически значимыми при $p<0,05$. Для определения дискриминирующих признаков для групп спортсменов и не спортсменов был выполнен дискриминантный анализ. Показатели особенностей вегетативной регуляции сердца перед корреляционным анализом были оцифрованы: HF – 1, LF – 2 и VLF – 3.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе исследования обнаружено, что у спортсменов стабилографические показатели постуральной устойчивости, как правило, значимо выше, чем у не занимающихся спортом. Это проявляется в лучших показателях качества функции равновесия (выше у спортсменов), средней линейной скорости центра давления (ниже у спортсменов) и площади статокинезиограммы (ниже у спортсменов, табл. 2). При этом мы наблюдаем линейный характер улучшения постурального контроля у спортсменов, который проявляется в классических стабилометрических показателях. В то же время не спортсмены 13-16 лет имели тенденцию к лучшим показателям средней линейной скорости центра давления и площади статокинезиограммы по сравнению с 17-21-летними.

Таблица 2

Стабилографические показатели постуральной устойчивости

Категории исследуемых	КФР, %	V_{CP}, мм/с	S_{ELSS}, мм^2
Спортсмены 8-12	75,87±10,11	10,78±2,72	134,44±71,81
Спортсмены 13-16	85,48±7,27	8,10±2,16	62,40±21,54
Спортсмены 17-21	90,16±2,16	4,39±1,28	65,06±10,51
Не спортсмены 8-12	70,18±10,37	13,11±4,87	229,04±119,38
Не спортсмены 13-16	68,60±16,64	8,61±2,62	153,38±101,55
Не спортсмены 17-21	77,87±8,48	10,31±2,49	167,40±100,67

Примечание: КФР, % – качество функции равновесия; V_{CP}, мм/с – средняя линейная скорость колебания центра давления; S_{ELLS}, мм^2 – площадь доверительного эллипса статокинезиограммы характеризует рабочую площадь опоры человека.

Таблица 3

Статистическая значимость стабилографических показателей постуральной устойчивости

Категории исследуемых	Группы сравнения	P<		
		КФР, %	V_{CP}, мм/с	S_{ELSS}, мм^2
Спортсмены 8-12	С 13-16	0,01	0,02	0,02
	С 17-21	0,00	0,00	0,05
	НС 8-12	0,08	0,02	0,00
	НС 13-16	0,04	0,03	0,50
	НС 17-21	0,64	0,71	0,34
Спортсмены 13-16	С 8-12	0,01	0,02	0,02
	С 17-21	0,30	0,01	0,94
	НС 8-12	0,00	0,00	0,00
	НС 13-16	0,00	0,64	0,00
	НС 17-21	0,08	0,09	0,00
Спортсмены 17-21	С 8-12	0,00	0,00	0,05
	С 13-16	0,30	0,01	0,94
	НС 8-12	0,00	0,00	0,00
	НС 13-16	0,00	0,00	0,01
	НС 17-21	0,01	0,00	0,01
Не спортсмены 8-12	С 8-12	0,08	0,02	0,00
	С 13-16	0,00	0,00	0,00
	С 17-21	0,00	0,00	0,00
	НС 13-16	0,60	0,00	0,00
	НС 17-21	0,05	0,02	0,06
Не спортсмены 13-16	С 8-12	0,04	0,03	0,50
	С 13-16	0,00	0,64	0,00
	С 17-21	0,00	0,00	0,01
	НС 8-12	0,60	0,00	0,00
	НС 17-21	0,02	0,16	0,67
Не спортсмены 17-21	С 8-12	0,64	0,71	0,34
	С 13-16	0,08	0,09	0,00
	С 17-21	0,01	0,00	0,01
	НС 8-12	0,05	0,02	0,06
	НС 13-16	0,02	0,16	0,67

Примечание: С – спортсмены; НС – не спортсмены; КФР, % – качество функции равновесия; V_{CP}, мм/с – средняя линейная скорость колебания центра давления; S_{ELLS}, мм^2 – площадь доверительного эллипса статокинезиограммы характеризует рабочую площадь опоры человека.

В группе спортсменов тип вегетативного обеспечения не коррелировал с возрастом (r=0,2, при p>0,05), тогда как у не спортсменов отмечалась умеренная корреляция (r=0,43 при p<0,05), что выражалось в более частом доминировании LF-частоты у старших возрастных групп. Это, возможно, обусловлено наличием нивелирующего эффекта повышенной двигательной активности на возрастную специфику вегетативной регуляции сердечной деятельности. Характерную динамику повышения LF-компоненты спектра в ритме сердца для здоровых детей отмечали и другие исследователи, которые показали увеличение вклада симпатической активности по мере взросления у здоровых детей [9]. Другие исследователи показали, что повышенная физическая активность была больше ассоциирована со вкладом парасимпатической системы [10]. По всей видимости, это и привело к активации парасимпатической компоненты у спортсменов, особенно старших возрастных групп, и, как следствие, – отсутствие ожидаемого у здоровых детей повышения симпатической активности с возрастом (рис. 1).

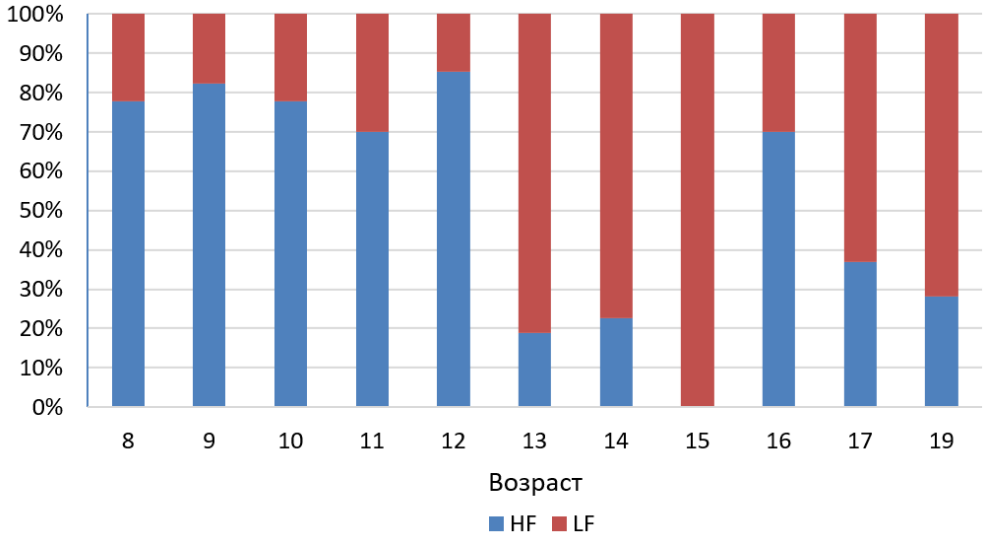


Рис. 1. Особенности возрастного распределения высокочастотного (HF) и низкочастотного (LF) компонентов спектра в вариабельности сердечного ритма у спортсменов

Анализ результатов постурального контроля выявил значимую разнонаправленную корреляцию большинства исследуемых показателей с возрастом. При этом только в группе спортсменов отмечалось статистически значимое возрастное улучшение интегрального показателя постурального контроля – КФР (рис. 2). Так, при открытых глазах коэффициент корреляции с возрастом составил r=0,68 (p<0,01), а при закрытых – r=0,74 (p<0,001). В группе не спортсменов статистически значимая корреляция отсутствовала. Для группы спортсменов характерным было отсутствие корреляции типа регуляции сердечного ритма и постурального баланса. Возможно связи между этими системами нивелируются при занятиях спортом. В группе не спортсменов тип регуляции имел умеренные отрицательные связи с показателем площади доверительного эллипса r=-0,38 (p=0,002), т.е. большая активность симпатического контура регуляции была ассоциирована с лучшей устойчивостью.

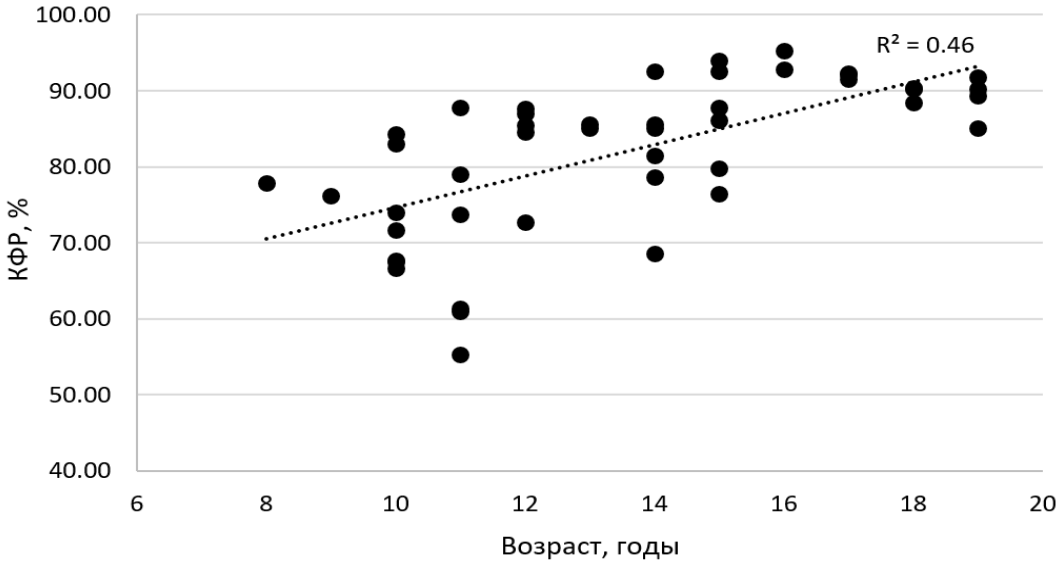


Рис. 2. Динамика взаимосвязи качества функции равновесия (КФР) с возрастом у спортсменов

В ходе дискриминантного анализа были выявлены дискриминирующие показатели, разделяющие спортсменов и не спортсменов. Полученная модель успешно разделяет исследованные группы. Группа не спортсменов, в отличие от спортсменов, характеризуется более низким качеством функции равновесия тела, большей площадью эллипса статокинезиограммы и большей скоростью изменения площади давления.

Ключевые переменные, которые отличали спортсменов от не спортсменов – это КФР, S_{ELLS}, V_S. В ходе использования дискриминантной модели спортсмены были выявлены в 95,7% случаев (45 из 47 случаев правильно классифицированы), а не спортсмены – в 94,0% случаев (63 из 67 случаев правильно классифицированы).

Полученные центроиды групп позволяют условно разделить исследуемых по показателям постуральной устойчивости на спортсменов и не спортсменов. Так, если рассчитанная D<-0,185, то испытуемый классифицируется в группу спортсменов (центроид группы спортсменов -1,24 со стандартным отклонением 0,94), а если рассчитанный D>-0,185, то испытуемый классифицируется в не спортсменов (центроид группы не спортсменов 0,871 со стандартным отклонением 1). Пороговое значение -0,185 рассчитано как среднее арифметическое от центроидов групп: (-1,241 + 0,871) / 2 = = -0,185. Это может в дальнейшем позволить дифференцировать занимающихся по степени развития функциональной готовности постуральной системы с помощью дискриминантной функции с использованием нестандартизированных коэффициентов: D = 1,837 – 0,233 Q_X (тест «открытые глаза») + 0,113 Q_X (тест «закрытые глаза») – 0,008 Q_Y (тест «открытые глаза») + 0,347 Q_Y (тест «закрытые глаза») – 0,080 R (тест «открытые глаза) – 0,148 R (тест «закрытые глаза») – 0,116 V_{CP} (тест «открытые глаза») + 0,000 V_{CP} (тест «закрытые глаза») + 0,083 V_S (тест «открытые глаза») – 0,030 V_S (тест «закрытые глаза») + 0,004 S_{ELLS} (тест «закрытые глаза») + 0,001 S_{ELLS} (тест «открытые глаза») + 0,243 IV (тест «открытые глаза») – 0,346 IV (тест «закрытые глаза») + 0,292 IV (разница между тестом «открытые и закрытые глаза») – 0,006 OD (тест «открытые глаза») + 0,018 OD (тест «закрытые глаза») + 0,043 КФР (тест «открытые глаза») – 0,084 КФР (тест «закрытые глаза»).

Данная функция является пилотной и требует проверки на больших объемах выборки и дальнейшей валидизации.

Заключение. Проведенное исследование показало, что возрастная динамика вегетативного обеспечения имеет различную направленность у спортсменов и не спортсменов. У не спортсменов с возрастом наблюдается рост доли низкочастотного компонента LF в спектре вариабельности сердечного ритма, что указывает на постепенное усиление симпатического влияния. Постуральный контроль демонстрирует отчетливое возрастное улучшение у спортсменов, тогда как у не спортсменов подобная динамика отсутствует. Корреляционные зависимости между автономной регуляцией и постуральным контролем различаются в исследуемых группах: у не спортсменов выявлена умеренная отрицательная связь между симпатическим типом регуляции и площадью доверительного эллипса, что может указывать на участие симпатического звена в обеспечении устойчивости позы. Результаты дискриминантного анализа подтвердили наличие объективных различий между спортсменами и не спортсменами по совокупности постуральных показателей. Созданная дискриминантная модель позволила с хорошей точностью (95-96%) классифицировать по категориям «спортсмен» и «не спортсмен», что указывает на диагностическую значимость комплексной стабилометрической оценки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Orendorz-Frączkowska, K. The development of postural control in 6-17 old years' healthy children. Part I Postural control evaluation in modified Clinical Test for The Sensory Interaction on Balance in 6-17 old year children (mCTSIB) / K.

Orendorz-Frączkowska, M. Kubacka // Polish Journal of Otolaryngology. – 2020. – Vol. 74. – No. 1. – P. 29-35.
2. Riach, C.L. Velocity of center of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children / C.L. Riach, J.L. Starkes // Gait & Posture. – 1994. – Vol. 2. – No. 3. – P. 167-172.
3. Nouraeinejad, A. Children rely more profoundly on the visual system to control their posture than adults / A. Nouraeinejad // International Journal of Neuroscience. – 2025. – Vol. 135. – No. 5. – P. 521-523.
4. Body schema building during childhood and adolescence: a neurosensory approach / C. Assaiante, F. Barlaam, F. Cignetti, M. Vaugoyeau // Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. – 2014. – Vol. 44. – No. 1. – P. 3-12.
5. Hadders-Algra, M. Early human motor development: From variation to the ability to vary and adapt / M. Hadders-Algra // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2018. – Vol. 90. – P. 411-427.
6. You, S. Association of postural instability with autonomic dysfunction in early Parkinson's disease / S. You, H.A. Kim, H. Lee // Journal of Clinical Medicine. – 2020. – Vol. 9. – No. 11. – P. 3786.
7. Association between cardiac autonomic control and postural control in patients with Parkinson's disease / Y. Espinoza-Valdés, R. Córdova-Arellano, M. Espinoza-Espinoza [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18. – No. 1. – P. 249.
8. Effects of parent-delivered traditional thai massage on gait and heart rate variability in children with autism: a randomized controlled trial / H. Ruan, W. Eungpinichpong, H. Wu, C. Aonsri // Journal of Integrative and Complementary Medicine. – 2024. – Vol. 30. – No. 3. – P. 269-278.
9. Heart rate variability in normotensive healthy children with aging / N. Kazuma, K. Otsuka, K. Wakamatsu [et al.] // Clinical and experimental hypertension. – 2002. – Vol. 24. – No. 1-2. – P. 83-89.
10. Physical activity is associated with cardiac autonomic function in adolescent men / J. Tornberg, T.M. Ikäheimo, A. Kiviniemi [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14. – No. 9. – P. 1-10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Андрей Сергеевич Назаренко – кандидат биологических наук, доцент, проректор по научной работе и международной деятельности, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: hard@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-3067-8395.
Фанис Азгатович Мавлиев – кандидат биологических наук. старший научный сотрудник НИИ физической культуры и спорта, доцент кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», Казань, e-mail: fanis16rus@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8981-7583.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Andrej S. Nazarenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Research and International Activities, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: hard@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-3067-8395.
Fanis A. Mavliev – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Physical Culture and Sports, Associate Professor of the Department of Biomedical Disciplines, Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, e-mail: fanis16rus@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8981-7583.

Для цитирования: Назаренко, А.С. Специфика постурального контроля у детей и подростков, занимающихся спортом, с учетом возрастных и вегетативных аспектов / А.С. Назаренко, Ф.А. Мавлиев // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_17

For citation: Nazarenko A.S., Mavliev F.A. Postural control in children and adolescents involved in sports, taking into account age and autonomic aspects. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_17

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_18
УДК 57.034

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_18
UDC 57.034

ОСОБЕННОСТИ ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

С.И. Павленко[1,2], Д.С. Громова[2,3]
[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Самара, Россия
[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской Академии Наук, г. Пущино, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В организме человека в функционировании большинства органов и тканей наблюдается строго заданная суточная динамика. Контроль за изменением активности функционирования органов в течение суток осуществляется сложной системой взаимодействующих генов. Цель настоящей работы: изучить особенности хронобиологической организации сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского вуза. ***Методы.*** В исследовании принимали участие 40 студентов обоих полов в возрасте от 19 до 22 лет. Для определения хронотипа студентов применяли тест Д. Хорна – О. Остберга в модификации А.А. Путилова. Показатели артериального давления регистрировали в положении сидя по методу Короткова с помощью тонометра. Частоту сердечных сокращений измеряли в состоянии покоя с помощью напалечного пульсоксиметра «Little Doctor, MD300». На основании зарегистрированных данных рассчитывали вегетативный индекс Кердо для оценки ведущего отдела нервной системы. Для статистического анализа применяли тест Шапиро-Уилка, U-критерий Манна-Уитни. ***Результаты.*** По результатам исследования установлено, что наиболее низкие показатели гемодинамики наблюдаются у представителей утреннего хронотипа, а наиболее высокие параметры систолического и диастолического артериального давления отмечены для лиц с хронотипом «голуби». В течение дня тонус симпатической нервной системы у лиц с утренним хронотипом снижается. ***Заключение.*** На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что функционирование сердечно-сосудистой системы имеет четкую выраженную в течение суток биоритмологическую организацию, которая в том числе зависит от хронотипа человека.
Ключевые слова: хронотип, циркадианные гены, артериальное давление, частота сердечных сокращений, вегетативный индекс Кердо.

CHARACTERISTICS OF THE CHRONOBIOLOGICAL ORGANIZATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN MEDICAL STUDENTS

S.I. Pavlenko[1,2], D.S. Gromova[2,3]
[1]Samara National Research University, Samara, Russia
[2]Samara State Medical University, Samara, Russia
[3]Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Pushchino, Russia

Abstract. ***Introduction.*** In the human body, the functioning of most organs and tissues follows a strictly defined daily pattern. Changes in organ function throughout the day are controlled by a complex system of interacting genes. The aim of this study was to examine the chronobiological characteristics of the cardiovascular system in medical students. ***Methods.*** Forty male and female students aged 19 to 22 participated in the study. To determine the students' chronotype, the D. Horn-O. Ostberg test, modified by A.A. Putilov, was used. Blood pressure readings were recorded in a sitting position using the Korotkov method and a tonometer. Heart rate was measured at rest using a Little Doctor MD300 fingertip pulse oximeter. Based on the recorded data, the Kerdo autonomic index was calculated to assess the dominant nervous system function. The Shapiro-Wilk test and the Mann-Whitney U-test were used for statistical analysis. ***Results.*** The study found that the lowest hemodynamic parameters were observed in those with the morning chronotype, while the highest systolic and diastolic blood pressure parameters were observed in those with the "pigeon" chronotype. Throughout the day, sympathetic nervous system tone decreases in those with the morning chronotype. ***Conclusion.*** Based on the study, it can be concluded that the functioning of the cardiovascular system has a clearly defined biorhythmological organization throughout the day, which, among other things, depends on a person's chronotype.
Keywords: chronotype, circadian genes, blood pressure, heart rate, Kerdo autonomic index.

Введение. Цикличность биологических процессов, наблюдаемая в природе, в организме человека проявляется определенной внутренней организацией суточной динамики работы жизненно важных органов и систем. Контроль за изменением активности функционирования органов в течение суток осуществляется сложной системой взаимодействующих генов. К ним относятся гены *Bmal1* и *Clock*, запускающие транскрипцию; гены транскрипционных факторов *period* (*Per1, Per2, Per3*); ген *Timeless* (*TIM*); ген *Npas2*; гены белков криптохромов 1 и 2 (*Cry1* и *Cry2*), участвующих в процессе улавливания света; гены казеинкиназ (*Csnk1d, Csnk1e*), а также гены *Rev-erbα, Rora, Bhlhe40* и *Bhlhe41*. Кодируемые этими генами факторы транскрипции, ферменты, транспортеры, прогормоны, сигнальные и другие белки вовлечены в регуляцию суточной периодичности [1-3]. Роль ключевого регулятора циркадианных ритмов принадлежит генам, ассоциированным с обменом мелатонина. Два из них кодируют ферменты, ответственные за превращение серотонина в мелатонин. Гены *Mel 1a, Mel 1b* и *GPR50* обеспечивают синтез белков, выступающих рецепторами к мелатонину. Такие рецепторы располагаются на поверхности клеточных мембран супрахиазматического ядра гипоталамуса, гиппокампа, в коре больших полушарий и мозжечке [3]. Экспрессия генов *Mel 1* обнаруживается в коронарных артериях, *Mel 2* – в аорте, левом желудочке, коронарных артериях. Вероятно, эти рецепторы обеспечивают циркадианный ритм гемодинамики [3, 4].

Взгляд на сердечно-сосудистую систему с точки зрения циркадианных генов представляет большой интерес, так как может помочь в описании физиологических механизмов, лежащих в основе адаптационных процессов, а также расширить возможности для поиска лекарственных средств, направленных на терапию заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Цель настоящей работы: изучить особенности хронобиологической организации сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского вуза.

Методы и организация исследования. В исследовании участвовали 40 студентов обоих полов в возрасте 19-22 лет, обучающиеся на педиатрическом и лечебном факультетах Самарского государственного медицинского университета. Критериями исключения для участия в исследовании были диагностированные заболевания сердечно-сосудистой системы, психические и неврологические нарушения. Перед участием в исследовании со всех респондентов было получено письменное информированное добровольное согласие. Исследование выполнено с соблюдением этических принципов проведения биомедицинских научных исследований с участием человека.

Для определения хронотипа студентов применяли тест Д. Хорна – О. Остберга в модификации А.А. Путилова. На основании полученных данных были сформированы три экспериментальные группы. Первая группа – лица, имеющие утренний тип суточной активности («жаворонки», n=10), вторая группа – лица, имеющие дневной хронотип («голуби», n=16), третья группа – лица, имеющие вечерний хронотип («совы», n=17).

Показатели артериального давления (систолическое – САД и диастолическое – ДАД) регистрировали в положении сидя по методу Короткова с помощью тонометра. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) измеряли в состоянии покоя с помощью напалечного пульсоксиметра «Little Doctor, MD300». Измерение показателей сердечно-сосудистой системы осуществляли трижды в день: утром с 8.00 до 9.00, днем с 13.00 до 14.00 ч и вечером с 18.00 до 19.00 ч.

Используя показатели артериального давления для каждого испытуемого, проводили оценку тонуса ведущего отдела нервной системы путем расчета вегетативного индекса Кердо (ВИК). Индекс рассчитывали по формуле:

$$ВИК = (1 – ДАД/ЧСС) \times 100\%.$$

Статистический анализ проводили с использованием программного пакета SigmaPlot 12.0. Для оценки распределения полученных данных применяли тест Шапиро-Уилка. Для сравнения количественных показателей двух независимых выборок применяли U-критерий Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия при $p<0,05$. Полученные результаты описывались с указанием

медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 1-го и 3-го квартилей [Q1; Q3], а также как изменения средних значений в %.

Результаты исследования и их обсуждение. Из всех органов и систем организма человека сердечно-сосудистая система имеет наиболее четкую хронобиологическую организацию.

В проведенном исследовании отмечены достоверные статистически значимые отличия в показателях ДАД между лицами, имеющими хронотип «жаворонки» и хронотип «голуби» в утреннее, дневное и вечернее время суток. В частности, значения диастолического артериального давления у студентов-«голубей» превышали таковые у студентов-«жаворонков» на 16,3% утром, 9,7% днем и 10,6% вечером (рис. 1). Кроме этого, важно отметить тот факт, что у лиц с утренним хронотипом отмечаются самые минимальные среди всех испытуемых показатели ДАД на протяжении суток, а именно 67,50 [61,95; 72,75] мм рт. ст. утром; 70,30 [65,97; 72,00] мм рт. ст. днем и 68,80 [64,50; 74,40] мм рт. ст. вечером. В то же время для лиц с хронотипом «голуби» зарегистрированы самые высокие показатели данного параметра функционирования сердечно-сосудистой системы: в утренние часы – 79,50 [69,00; 80,00] мм рт. ст., дневные – 77,50 [64,75; 80,00] мм рт. ст. и вечерние – 76,50 [67,50; 81,85] мм рт. ст. У студентов, имеющих хронотип «совы», показатель ДАД в течение дня соответствовал в среднем значениям 71,00 [63,00; 77,50] мм рт. ст.

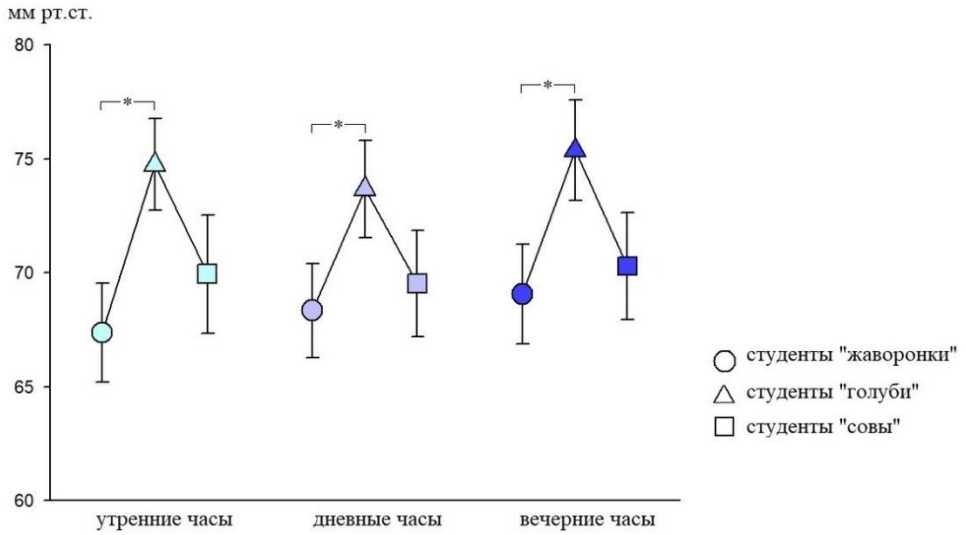


Рис. 1. Показатели диастолического артериального давления у лиц с разными хронотипами
Примечание: * – $p<0,05$.

Наиболее значимые различия между параметрами функционирования сердечно-сосудистой системы у студентов с разными хронотипами отмечаются в отношении такого показателя, как систолическое артериальное давление. Статистически значимые отличия между величиной САД у лиц с утренним и вечерним хронотипами отмечены только в вечернее время (рис. 2). Величина САД в это время в группе «жаворонков» составила 111,5 [100,65; 117,15] мм рт. ст., а в группе «сов» – 120,0 [110,0; 124,0] мм рт. ст. ($p<0,05$).

У лиц с утренним и дневным хронотипами отмечается статистически значимая разница в показателях САД в утренние, дневные и вечерние часы. Так же, как и для показателей ДАД, максимальные величины САД отмечены в группе студентов, имеющих хронотип «голуби»: в утренние часы – 116,0 [111,25; 124,5] мм рт. ст., в дневные – 119,0 [112,25; 120,75] мм рт. ст., вечерние – 120,0 [114,25; 124,75] мм рт. ст. Минимальные значения САД были характерны для студентов-«жаворонков», у которых в утреннее время величина систолического артериального давления равнялась 110,0 [104,47; 114,0] мм рт. ст., в дневные – 110,0 [104,90; 117,07] мм рт. ст., а в вечерние – 111,5 [100,65; 117,15] мм рт. ст. (рис. 2). Таким образом, средние показатели артериального давления свидетельствуют о некоторой гипотонии, которая наблюдается у студентов, имеющих утренний хронотип.

По мнению некоторых ученых циркадианные колебания артериального давления могут быть связаны с участием мелатонина в регуляции этого показателя сердечно-сосудистой деятельности. Подтверждением, вероятно, выступает наличие рецепторов к мелатонину в мышечном слое и эндотелии сосудов [5].

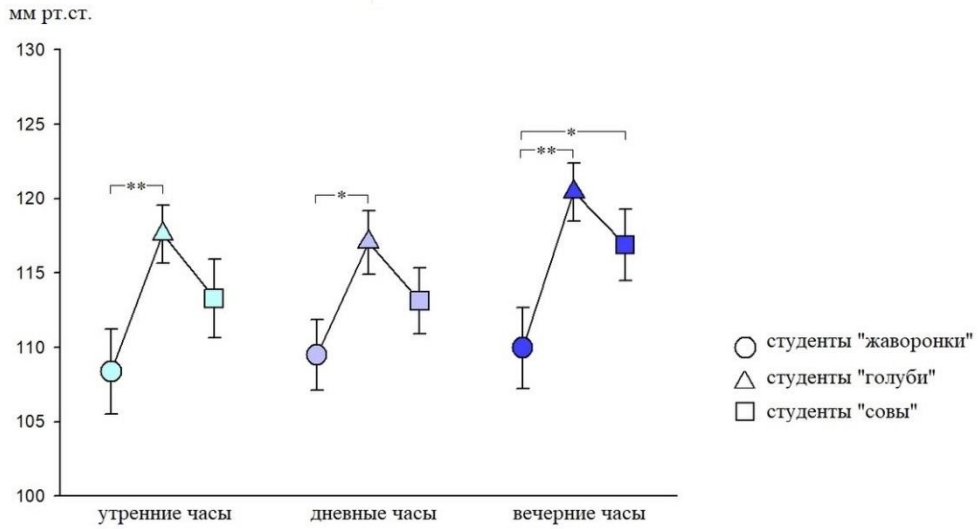


Рис. 2. Показатели систолического артериального давления у лиц с разными хронотипами
Примечание: * – $p<0,05$, ** – $p<0,01$.

Показатели ЧСС не имели статистически значимых отличий у лиц с разными хронотипами (рис. 3), однако была выявлена определенная динамика изменений в течение суток внутри группы. Так, у студентов с утренним хронотипом значения ЧСС изменялись в сторону снижения величины в вечернее время 76,0 [69,37; 85,40] уд/мин в сравнении с утренними часами – 82,30 [68,70; 94,97] уд/мин ($p<0,05$). При этом в утреннее время суток ЧСС у представителей всех хронотипов была практически одинаковой и составляла в среднем 81,93 [72,56; 92,24] уд/мин, что соответствует верхней границе нормы для взрослого человека. В целом для представителей всех хронотипов была отмечена динамика урежения пульса в течение дня с минимальными показателями ЧСС в вечернее время.

В некоторых исследованиях отмечено, что у здоровых людей наблюдается значительное снижение ЧСС в ночное время, заметный подъем в утренние часы и постепенное снижение в вечернее время [6, 7].

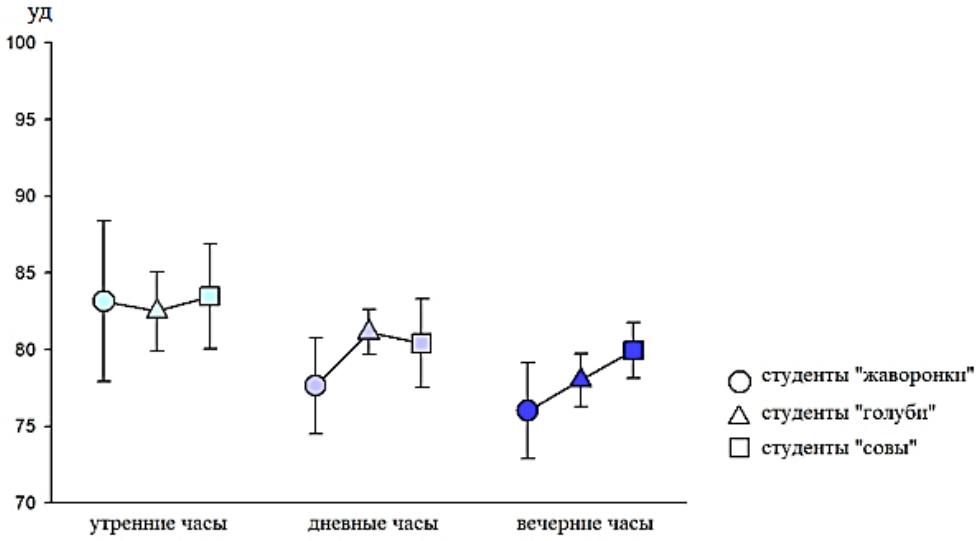


Рис. 3. Показатели частоты сердечных сокращений у лиц с разными хронотипами

Показатели ведущего тонуса нервной системы у представителей дневного и вечернего хронотипов имели статистически значимые отличия только в вечернее время, и эта разница составила 110,5% (рис. 4).

В целом, важно отметить, что максимальный показатель индекса Кердо регистрировался у лиц с хронотипом «жаворонки» в утренние часы – 16,76 [1,65; 27,09], что свидетельствует о преобладании тонуса симпатической нервной системы. Такие значения свидетельствуют об излишнем напряжении висцеральных систем у данного хронотипа в утренние часы. В течение дня тонус симпатической нервной системы у лиц с утренним хронотипом снижается, усиливаются парасимпатические влияния, о чем свидетельствует показатель вегетативного индекса Кердо, равный 9,27 [-1,59; 18,95]. У лиц с хронотипом «голуби» значения индекса Кердо изменяются волнообразно, достигают максимальных значений в дневное время, а к вечеру достигают минимальных отметок -2,68 [-8,85; 20,62], что свидетельствует о нормотонусе респондентов.

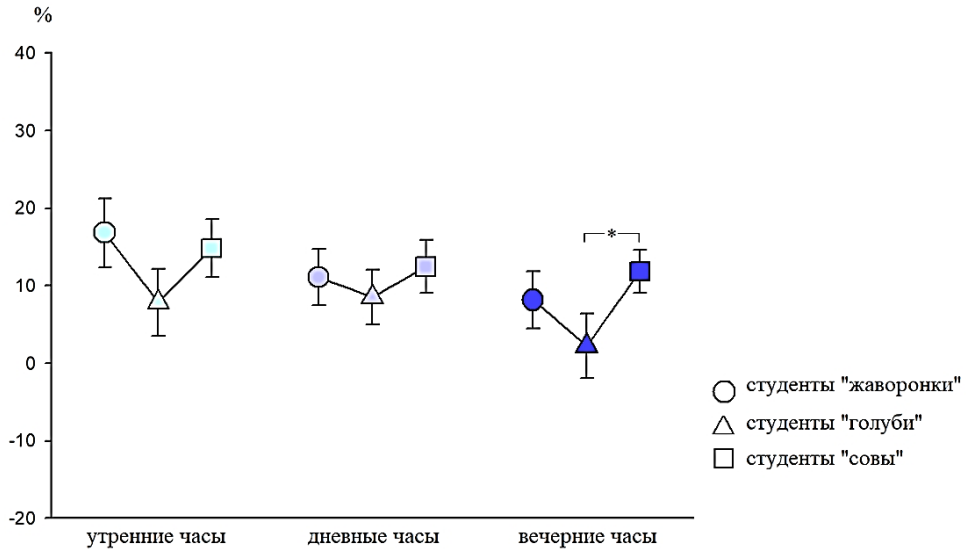


Рис. 4. Показатели изменения вегетативного индекса Кердо у лиц с разными хронотипами
Примечание: * – p<0,05.

Заключение. Таким образом, нами была изучена особенность хронобиологической организации сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского вуза, имеющих утренний, дневной и вечерний типы активности. На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что функционирование сердечно-сосудистой системы имеет четкую, выраженную в течение суток биоритмологическую организацию, которая в том числе зависит от хронотипа человека, мелатонин, синтез и эффект которого контролируется специфическими генами, является ключевым веществом, регулирующим циркадианную ритмичность параметров гемодинамики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Genome-wide association analyses of chronotype in 697,828 individuals provides insights into circadian rhythms / E. Samuel, M. Jacqueline, A.R. Wood [et al.] // Nature Communications. – 2019. – Vol. 10. – P. 343. DOI: 10.1038/s41467-018-08259-7.
2. Martha, H. Genetics of Circadian Rhythms / H. Martha, S. Kazuhiro, J. Peng // Neurol Clin. – 2019. – Vol. 37. – No. 3. – P. 487-504. DOI: 10.1016/j.ncl.2019.05.002.
3. Соловьева, Н.А. Генетические аспекты регуляции циркадных ритмов, влияющих на устойчивость к стрессу / Н.А. Соловьева, О.Н. Колосова // Якутский медицинский журнал. – 2020. – № 4. – С. 112-115.
4. Молекулярные маркеры циркадианных ритмов у пациентов с острым ишемическим инсультом (предварительные результаты) / Л.С. Коростовцева, Е.Н. Заброда, С.Н. Коломейчук [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2024. – Т.

30. – № 3. – С. 282-291. DOI: 10.18705/1607-419X-2024-2442.
5. Заславская, Р.М. Эффективность мелатонина при ишемической болезни сердца / Р.М. Заславская // Клиническая медицина. – 2022. – Т. 100. – № 6. – С. 285-287. DOI: 10.30629/0023-2149-2022-100-6-285-287.
6. Пучкова, А.Н. Режим сна и бодрствования и хронотипы студентов: формирование социального десинхроноза и связь с успеваемостью / А.Н. Пучкова, Е.О. Гандина, А.О. Таранов // Эффективная фармакотерапия. Неврология и психиатрия. – 2023. – Т. 19. – № 41. – С. 38-43.
7. Павленко, С.И. Динамика изменений параметров сердечно-сосудистой системы в течение дня у студентов с различными хронотипами / С.И. Павленко, Д.С. Громова, В.А. Гвоздева // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. – 2025. – Т. 15. – № 3. – С. 42-47.

REFERENCES

1. Samuel E., Jacqueline M., Wood A.R. et al. Genome-wide association analyses of chronotype in 697,828 individuals provides insights into circadian rhythms. *Nature Communications*, 2019, vol. 10, p. 343. DOI: 10.1038/s41467-018-08259-7.
2. Martha H., Kazuhiro S., Peng J. Genetics of Circadian Rhythms. *Neurol Clin.*, 2019, vol. 37, no. 3, pp. 487-504. DOI: 10.1016/j. ncl.2019.05.002.
3. Solovieva N.A., Kolosova O.N. Genetic aspects of regulation of circadian rhythms as a factor in stress resistance. *Yakut Medical Journal*, 2020, no. 4, pp. 112-115. (in Russ.)
4. Korostovtseva L.S., Zabroda E.N., Kolomeychuk S.N., Gordeev A.D., Amelina V.V., Stabrova E.A., Vasilieva E.Y., Bochkarev M.V., Sviryaev Yu.V. Molecular circadian markers in acute ischemic stroke (preliminary results). *Arterial Hypertension*, 2024, vol. 30, no. 3, pp. 282-291. DOI: 10.18705/1607-419X-2024-2442. (in Russ.)
5. Zaslavskaya R.M. The effectiveness of melatonin in coronary heart disease. *Clinical Medicine (Russian Journal)*, 2022, vol. 100, no. 6, pp. 285-287. DOI: 10.30629/0023-2149-2022-100-6-285-287. (in Russ.)
6. Puchkova A.N., Gandina E.O., Taranov A.O. University Students' Sleep and Wake Schedule and Chronotypes: Formation of Social Jetlag and Relationship to Academic Performance. *Effective Pharmacotherapy. Neurology and psychiatry*, 2023, vol. 19, no. 41, pp. 38-43. (in Russ.)
7. Pavlenko S.I., Gromova D.S., Gvozdeva V.A. Daily dynamics of cardiovascular system parameters in students with different chronotypes. *Bulletin of the Medical Institute 'REAVIZ: Rehabilitation, Doctor, and Health'*, 2025, vol. 15, no. 3, pp. 42-47. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Снежанна Ивановна Павленко – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева; доцент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет, Самара, e-mail: pavlenko.snezhanna@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5506-5328.
Дарья Сергеевна Громова – старший преподаватель кафедры общей и молекулярной биологии, старший преподаватель кафедры физиологии, Самарский государственный медицинский университет; научный сотрудник лаборатории изотопных исследований, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, e-mail: d.s.gromova@samsmu.ru, ORCID: 0000-0003-0650-0252.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Snezhanna I. Pavlenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology, Samara National Research University; Associate Professor of the Department of Physiology with the course of Life Safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University, Samara, e-mail: pavlenko.snezhanna@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5506-5328.
Dar'ya S. Gromova – Lecturer of the Department of General and Molecular Biology, Lecturer of the Department of Physiology, Samara State Medical University, Samara; Researcher of the Laboratory of Isotope Research, Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, e-mail: d.s.gromova@samsmu.ru, ORCID: 0000-0003-0650-0252.

Для цитирования: Павленко, С.И. Особенности хронобиологической организации сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского вуза / С.И. Павленко, Д.С. Громова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_18

For citation: Pavlenko S.I., Gromova D.S. Characteristics of the chronobiological organization of the cardiovascular system in medical students. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_18

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_19
УДК 612.13

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_19
UDC 612.13

ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

А.С. Прохорцева, А.В. Казалиева, М.Г. Половникова, М.А. Зуб
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта Российской Федерации, г. Краснодар, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Изучены особенности гемодинамики у спортсменов игровых видов спорта в зависимости от специализации, соотношения максимальных статических и динамических компонентов, достигаемых во время соревнований, и уровня саморегуляции кровообращения. ***Методы.*** Участвовали 64 спортсмена специализаций: футбол, баскетбол, гандбол, волейбол, возраст – 19-21 год. Для отнесения спортсменов к определенной группе по преобладанию вида статической или динамической нагрузки использовалась классификация Mitchell J.H с соавт. Функциональное состояние системы кровообращения оценивалось на основе комплексного подхода с учетом особенностей центральной гемодинамики и вегетативной регуляции сердечного ритма. ***Результаты.*** Выявлено, что сердечный тип кровообращения, как наиболее неблагоприятный с позиции гемодинамического и вегетативного гомеостаза, чаще встречается у спортсменов специализаций волейбол (50%) и баскетбол (40%). ***Заключение.*** Предложенный методический подход с использованием разделения спортсменов по типам саморегуляции кровообращения позволяет оптимизировать медико-биологический контроль функционального состояния сердечно-сосудистой системы данной категории лиц.
Ключевые слова: игровые виды спорта, тип саморегуляции кровообращения, функциональное состояние, гемодинамика, вегетативная регуляция сердечного ритма.

HEMODYNAMIC EFFECTS OF THE CIRCULATORY SYSTEM AUTOREGULATION IN GAME SPORTS ATHLETES

A.S. Prokhortseva, A.V. Kazalieva, M.G. Polovnikova, M.A. Zub
Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The features of hemodynamics in athletes of game sports have been studied, depending on the specialization and the ratio of the maximum static and dynamic components achieved during the competition. ***Methods.*** 64 athletes specializing in football, basketball, handball, volleyball participated, age – 19-21 years. To classify athletes into a certain group based on the predominance of the type of static or dynamic load, the classification of Mitchell J.H et al. was used. The functional state of the circulatory system was assessed according to the integrated approach, taking into account the peculiarities of central hemodynamics and autonomic heart rhythm regulation. ***Results.*** It was revealed that the cardiac type of blood circulation, as the most unfavorable in terms of hemodynamic and vegetative homeostasis, is more common in athletes specializing in volleyball (50%) and basketball (40%). ***Conclusion.*** The proposed methodological approach with the division of athletes according to the types of the circulatory system autoregulation makes it possible to optimize the biomedical control of the cardiovascular system of this category of individuals.
Keywords: game sports, type of the circulatory system autoregulation, functional state, hemodynamics, autonomic regulation of heart rhythm.

Введение. Интенсификация мышечной деятельности приводит не только к морфо-функциональным перестройкам, специфичным для данной физической работы, но и к приспособлению к факторам среды, которые влияют на спортсмена, особенно в игровых видах спорта. В данных условиях функциональный резерв организма спортсмена всегда варьирует, ограничивая уровень биологической надежности. Повышение резерва функциональных систем организма спортсмена лежит в основе взаимосвязи его психических и функциональных возможностей, что может послужить основой достижения наивысших результатов. На эти функциональные возможности можно

повлиять с помощью оптимизации учебно-тренировочного процесса и мероприятий медико-биологического контроля.

Важная роль в обеспечении регуляторно-адаптивных возможностей организма спортсмена и в определении его адаптационного потенциала во время тренировочной и соревновательной деятельности принадлежит сердечно-сосудистой системе, которая за счет сложного взаимодействия нервно-гуморальных механизмов обеспечивает адаптогенез [1-3]. Известно, что вегетативный тонус определяется регуляторными механизмами, которые поддерживаются соотношением в работе симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Комплексное изучение особенностей гемодинамического и вегетативного гомеостаза спортсменов дает возможность оценить адаптационные резервы организма во время тренировочной и соревновательной деятельности, скорость включения в работу без длительных восстановительных мероприятий после физической нагрузки.

Однако нельзя не учитывать и то, что несмотря на формирование специальной адаптивной функциональной системы спортсмена, которая сохраняет гомеостаз и оптимальный уровень работы организма при физических нагрузках за счет скоординированной работы внутрисистемных и межсистемных связей, чрезмерная нагрузка ввиду недостаточного физиологического резерва может приводить не только к адаптации, но и к перенапряжению организма [4]. В связи с этим возникает необходимость выяснения функциональных характеристик и особенностей адаптации организма спортсменов игровых видов спорта для формирования принципиальных критериев оценки состояния спортсмена, организм которого имеет специфические адаптационные показатели, что и определило цель исследования.

Методы и организация исследования. В исследовании принимали участие 64 спортсмена специализаций: футбол (n=16), баскетбол (n=15), гандбол (n=19), волейбол (n=14), возраст – 19-21 год. Для отнесения спортсменов к определенной группе по преобладанию вида статической или динамической нагрузки использовалась классификация Mitchell J.H с соавт. (2005), основанная на делении спортивных дисциплин по преимущественному виду деятельности [5]. Для изучения функционального состояния (ФС) системы кровообращения спортсменов игровых видов спорта использовался комплексный подход с оценкой ФС сердечно-сосудистой системы (ССС), центральной гемодинамики в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавт. [6]. С помощью расчетных методов определяли общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС), индекс функциональных изменений (ИФИ) в усл.ед. Тип саморегуляции кровообращения (ТСК) рассчитывался по формуле:

$$ТСК = (ДАД/ЧСС)\times100,$$

где ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст., ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин [7]. Вариабельность ритма сердца, показатели спектрального и математического анализа сердечного ритма наряду с особенностями гемодинамики изучались с помощью аппаратно-приборного комплекса «Рео-Спектр-2» со встроенной программой «Поли-Спектр» («Нейрософт», Россия). Результаты обработаны методами непараметрической статистики с использованием программ Microsoft Excel и Statistica. Параметры основных гемодинамических показателей представлены в формате M±m. Нормальность распределения оценивали с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Статистическую значимость различий определяли с помощью критериев Манна-Уитни и Вилкоксона. Уровень статистической значимости различий составлял $p\leq0,05$. Для всех испытуемых соблюдалось единство требований при проведении обследований, которые осуществлялись в первой половине дня согласно основным требованиям к гигиеническим условиям и Международным биоэтическим требованиям и правилам. Для участия в исследовании все испытуемые давали письменное информированное согласие.

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из того, что спортивные игры относятся к контактным видам спорта с переменной зоной мощности, в исследовании

использовалась классификация, основанная на делении спортивных дисциплин по преимущественному виду деятельности: динамический и статистический (табл. 1) [5].

Таблица 1

Классификация видов спорта, основанная на максимальных статических и динамических компонентах, достигаемых во время соревнований

Нагрузка		Динамическая →		
		Низкая <40% O_2max	Средняя 40-70% O_2max	Высокая >70% O_2max
Статистическая ↑	Высокая >50% MVC	Бобслей/, санный спорт/, плавание, командный теннис одиночный, легкая атлетика (метание), гимнастика [t], карате/дзюдо [t], скалолазание, водные лыжи[t], тяжелая атлетика[t]	Бодибилдинг[t], горнолыжный спорт[t], реслинг[t], скейтборд	Бокс, каноэ, каякинг, велоспорт[t], десятиборье, триатлон[t], гребля, конькобежный спорт[t]
	Средняя 20-50% MVC	Автогонки[t], дайвинг[t], конный спорт[t], мотоспорт[t], парусный спорт, стрельба из лука	Фехтование, легкая атлетика (прыжки), фигурное катание, синхронное плавание[t], бег (спринт), американский футбол, регби	Баскетбол*, биатлон, сноубординг, хоккей на льду, бег (средние или длинные дистанции), плавание, гандбол*
	Низкая <20% MVC	Боулинг, крикет, гольф, стрельба из винтовки	Бейсбол, настольный теннис, теннис (парный), волейбол*	Бадминтон, лыжные гонки (классика), хоккей на траве, бег (длинные дистанции), спортивная ходьба, футбол*, теннис

Примечание: * – опасность получения травмы; t – высокий риск потери сознания; MVC – максимальное произвольное сокращение; O_2max – максимальное потребление кислорода. Направление стрелок показывает возрастание потребности в кислороде организмом, прежде всего сердечно-сосудистой системой на фоне нагрузок – от низко-умеренных к высоким. Возрастание динамической составляющей определяется в процентах достигнутого O_2max и приводит к увеличению сердечного выброса. Возрастание статической составляющей связано с процентом достигнутого MVC и приводит к увеличению артериального давления.

Отнесение спортсменов к определенной группе осуществлялось для выяснения особенностей гемодинамического и вегетативного гомеостаза, исходя из интерпретации, представленной авторами: возрастание динамической составляющей определяется в процентах достигнутого O_2max и характеризует увеличение сердечного выброса. Возрастание статической составляющей связано с процентом достигнутого MVC и может свидетельствовать о рисках возникновения повышенного артериального давления.

Для изучения особенностей гемодинамики и вегетативной регуляции сердечного ритма спортсмены внутри каждой специализации были разделены по типам саморегуляции кровообращения (рис. 1).

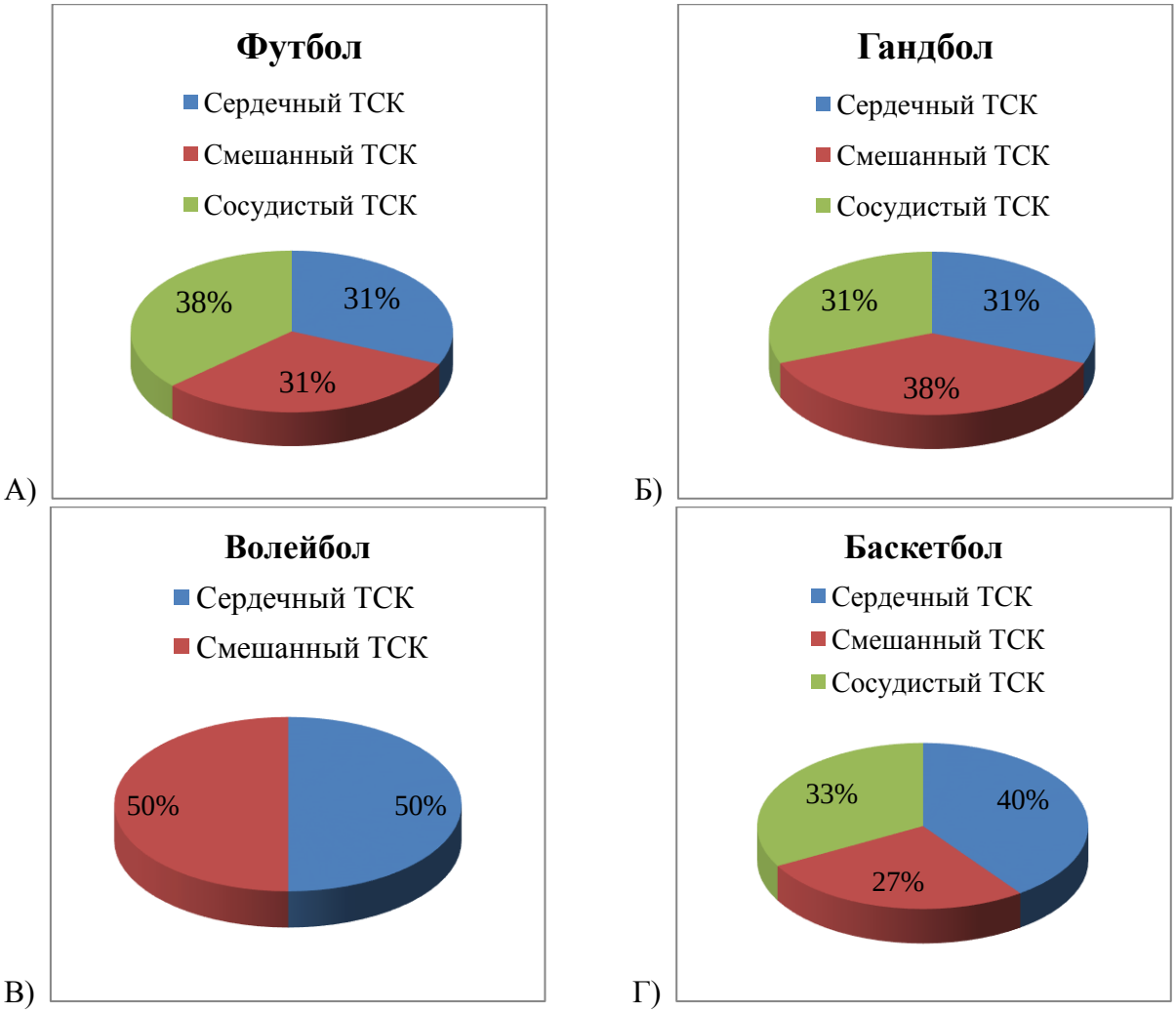


Рис. 1. Распределение типов саморегуляции кровообращения (ТСК) у спортсменов игровых видов спорта

Анализ результатов исследования показал, что в группе футболистов преобладает сосудистый тип (38%), у гандболистов в превалирующем количестве наблюдается смешанный тип саморегуляции кровообращения (38%), у волейболистов в равной доле (по 50%) наблюдается смешанный и сердечный типы саморегуляции кровообращения. Сосудистый тип саморегуляции кровообращения у волейболистов выявлен не был. В группе баскетболистов наиболее часто встречающимся является сердечный тип саморегуляции кровообращения (40%).

При интерпретации показателей ФС сердечно-сосудистой системы спортсменов игровых видов спорта с учетом типа саморегуляции кровообращения выявлены следующие особенности: высокая активность симпатического канала регуляции сердечного ритма среди футболистов чаще наблюдается в подгруппе с сосудистым типом кровообращения, что подтверждается показателями кардиоинтервалографии и вариабельности сердечного ритма, представленными в таблице 2. Наиболее высокая парасимпатическая активность выявлена в группе футболистов с сердечным типом кровообращения. Со стороны гемодинамических показателей наибольшая частота сердечных сокращений у футболистов с сердечным типом кровообращения, и наиболее высокие показатели среднего артериального давления наблюдались в группе футболистов со смешанным типом кровообращения.

Наиболее высокие показатели индекса функциональных изменений ($p>0,05$) наблюдались у футболистов с сердечным типом кровообращения, что указывает на предельный уровень функционального напряжения организма, который может характеризоваться как состояние астенизации адаптационных механизмов.

Таблица 2

Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов игровых видов спорта с учетом типа саморегуляции, M±m

Показатели		Сердечный тип кровообращения					Смешанный тип кровообращения					Сосудистый тип кровообращения			
		Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Волейбол (n=7)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05	Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Волейбол (n=7)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05	Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05
		1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	
Спектральный анализ	LF, %	28,6 ±3,7	32,0 ±0,2	22,7 ±0,1	25,6 ±2,4	1-2, 2-3, 2-4	25,9 ±1,9	26,3 ±0,1	42,5 ±2,3	33,0 ±1,8	5-7, 5-8, 6-7, 6-8, 7-8	32,0 ±1,4	35,5 ±8,1	32,8 ±4,0	–
	HF, %	49,9 ±6,7	24,5 ±0,2	51,4 ±1,2	48,4 ±2,3	1-2, 2-3, 2-4	57,9 ±1,7	40,9 ±1,4	29,4 ±1,2	39,0 ±3,5	5-6, 5-7, 5-8, 6-7	30,0 ±9,8	24,0 ±1,7	29,6 ±2,4	–
	VLF, %	21,3 ±2,9	44,0 ±0,2	25,8 ±1,0	25,9 ±0,7	1-2, 2-3, 2-4	16,1 ±0,2	32,6 ±0,02	28,1 ±0,9	28,0 ±0,4	5-6, 5-7, 5-8, 6-7, 6-8	38,0 ±8,4	40,3 ±6,2	37,6 ±0,03	–
	TP, мс^2	4058,5 ±307,0	4085,0 ±104,7	3168,5 ±239,5	4978,7 ±440,9	–	2997,0 ±49,1	2511,2 ±96,4	2729,0 ±178,1	6690,0 ±261,8	5-6, 5-8, 6-8, 7-8	5382,0 ±232,5	4220,6 ±154,3	3729,0 ±121,6	9-11, 10-11
КИГ	ΔRR, усл.ед.	65,0 ±4,2	73,5 ±5,2	60,0 ±2,0	51,0 ±4,0	2-3, 2-4, 3-4	48,0 ±1,9	57,5 ±1,3	49,0 ±0,8	75,0 ±2,8	5-8, 6-8, 7-8	64,5 ±2,1	49,6 ±1,5	77,0 ±3,8	9-11, 10-11
	Mo, с	0,7 ±0,0	0,6 ±0,05	1,0 ±0,06	1,2 ±0,003	1-3, 1-4, 2-3, 2-4	0,8 ±0,02	1,0 ±0,01	0,8 ±0,07	0,8 ±0,08	5-6	0,7 ±0,0	0,85 ±0,09	0,7 ±0,02	10-11
	Амо, усл.ед.	31,9 ±0,5	25,8 ±0,3	37,7 ±1,6	27,3 ±2,7	1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 3-4	34,7 ±0,9	43,1 ±1,1	42,8 ±1,0	31,3 ±0,8	5-6, 5-7, 6-8, 7-8	42,4 ±7,9	37,7 ±1,7	34,9 ±1,5	9-11
	ИН, усл.ед.	16,0 ±0,9	23,0 ±5,4	49,1 ±3,0	21,1 ±1,3	1-3, 2-3, 3-4	35,5 ±3,1	53,2 ±1,9	69,9 ±2,3	31,6 ±3,2	5-6, 5-7, 6-8, 7-8	64,3 ±5,4	58,6 ±2,7	94,6 ±3,2	10-11

Продолжение таблицы 2

Показатели		Сердечный тип кровообращения					Смешанный тип кровообращения					Сосудистый тип кровообращения			
		Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Волейбол (n=7)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05	Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Волейбол (n=7)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05	Футбол (n=5)	Гандбол (n=6)	Баскетбол (n=6)	P≤0,05
		1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	
Гемодинамика	ЧСС, уд/мин	59,5 ±0,4	71,5 ±1,2	68,5 ±0,8	60,6 ±2,2	1-4, 2-4, 3-4	64,5 ±2,6	64,7 ±0,6	76,5 ±2,1	54,1 ±0,8	5-7, 5-8, 6-7, 6-8, 7-8	71,5 ±2,1	75,3 ±2,4	85,0 ±1,8	9-11, 10-11
	АДср, мм рт. ст.	94 ±0,08	107,5 ±0,3	86,5 ±0,9	95,3 ±2,0	1-2, 1-3, 2-3, 2-4, 3-4	98,5 ±0,8	114,5 ±1,0	84,0 ±1,4	82,6 ±0,0	5-6, 5-7, 5-8, 6-7, 6-8,	90,1 ±0,3	108,0 ±1,8	75,0 ±2,4	9-10, 10-11, 9-11
	УО, мл	84,2 ±0,2	59,7 ±2,5	56,9 ±0,6	64,1 ±1,0	1-2, 1-3, 1-4, 3-4	70,2 ±0,3	56,4 ±0,4	62,8 ±0,7	80,0 ±0,0	5-6, 5-7, 5-8, 6-7, 6-8, 7-8	60,3 ±0,07	65,5 ±7,7	66,0 ±1,4	9-10, 9-11
	МОК, л	5,7 ±0,4	4,4 ±0,1	4,5 ±0,07	4,6 ±0,06	1-2, 1-3, 1-4, 2-4	5,2 ±0,1	4,0 ±0,05	4,2 ±0,03	5,1 ±0,0	6-8, 7-8	4,8 ±0,05	4,1 ±0,09	4,7 ±0,08	9-10, 10-11
	ОПСС, усл.ед.	1994,2 ±19,2	2430,2 ±106,5	2453,7 ±47,2	2658,7 ±123,9	1-2, 1-3, 1-4	2463,8 ±65,4	1982,6 ±16,5	2047,7 ±12,1	1822,8 ±17,0	5-6, 5-7, 5-6-8	1876,5 ±0,1	2320,5 ±37,7	1259,2 ±28,2	9-10, 10-11, 9-11
	УПСС, усл.ед.	10,7 ±0,08	11,4 ±0,6	13,6 ±0,5	13,1 ±0,4	1-3, 1-4, 2-3, 2-4	13,2 ±1,0	15,5 ±0,9	11,3 ±0,2	13,9 ±0,0	5-6, 5-8, 6-7, 7-8	9,6 ±0,1	12,7 ±0,4	7,6 ±0,09	9-10, 10-11, 9-11
	ИФИ, усл.ед.	3,0 ±0,04	1,3 ±0,25	1,6 ±0,1	1,5 ±0,05	1-2, 1-3,	1,9 ±0,3	1,1 ±0,02	1,1 ±0,3	0,6 ±0,0	5-6, 5-8, 6-8, 7-8	1,9 ±0,01	1,6 ±2,8	1,0 ±0,3	9-10, 10-11, 9-11

Примечание: LF – мощность волн низкой частоты; HF – мощность волн высокой частоты; VLF – мощность волн очень низкой частоты; TP – общая мощность спектра; ΔRR – длина сердечного цикла; Mo – мода; Amo – амплитуда моды; ИН – индекс напряжения; ЧСС – частота сердечных сокращений; УО – ударный объем кровообращения; МОК – минутный объем кровообращения; ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов; УПСС – удельное периферическое сопротивление сосудов; ИФИ – индекс функциональных изменений.

Сравнительный анализ ФС ССС гандболистов показал следующее: максимальная активность симпатического модуля вегетативной нервной системы наблюдалась у гандболистов с сердечным типом кровообращения. Высокий уровень адаптационных возможностей, исходя из значений парасимпатической активности вегетативной нервной системы, выявлен в группе гандболистов со смешанным типом кровообращения, что подтверждается показателями HF и Mo. У гандболистов с сосудистым типом кровообращения выявлены самые высокие значения ЧСС, приближающиеся к верхней границе физиологической нормы, тогда как значения среднего артериального давления оказались наиболее высоки в группе с сердечным типом кровообращения.

Согласно данным индекса функциональных изменений, наибольшие значения выявлены у гандболистов с сердечным типом кровообращения ($p>0,05$), при этом во всех группах гандболистов состояние адаптации может расцениваться как удовлетворительное.

При сравнительном анализе ФС ССС волейболистов нами было выявлено следующее: ни один из исследуемых спортсменов в группе волейболистов не был отнесен к группе с сосудистым типом кровообращения.

Для волейболистов с сердечным типом кровообращения характерна высокая активность парасимпатического канала регуляции ритма сердца, что проявлялось более низкими значениями ЧСС, среднего артериального давления и более высокими показателями ОПСС. Несмотря на это, именно в этой группе спортсменов наблюдались наиболее низкие значения ударного объема сердца и минутного объема кровообращения, причем вышеуказанные гемодинамические параметры волейболистов с сердечным типом кровообращения оказались самыми низкими среди всех групп спортсменов ($p>0,05$).

В группе баскетболистов со смешанным типом кровообращения также наблюдались высокие показатели активности парасимпатического канала регуляции сердечного ритма без видимого увеличения уровня централизации в управлении сердечным ритмом. Со стороны гемодинамических показателей наибольшая частота сердечных сокращений у баскетболистов с сосудистым типом кровообращения (ЧСС – 85,0±1,8 уд/мин) при наиболее низком общем периферическом сопротивлении сосудов ($p>0,05$).

Заключение. Анализируя вышесказанное, можно заключить следующее: исходя из данных используемой нами классификации, спортсмены, занимающиеся волейболом, имеют меньшие потенциальные возможности по сравнению со спортсменами других групп по показателям достигнутого O_2max, что определяет низкие значения сердечного выброса. Согласно полученным данным наиболее низкие значения УО и МОК наблюдаются в группе волейболистов с сердечным типом саморегуляции кровообращения. Согласно данным [5], возрастание статической составляющей связано с процентом достигнутого MVC и приводит к увеличению АД, что и выявлено в группе баскетболистов с сердечным типом. Таким образом, использованный нами методический подход с применением распределения спортсменов игровых видов спорта в зависимости от типа саморегуляции кровообращения, позволяет оптимизировать медико-биологический контроль ФС сердечно-сосудистой системы данной категории лиц.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 180 с.
2. Быков, Е.В. Спектральные характеристики ритма сердца у футболистов с различным типом вегетативной регуляции / Е.В. Быков, Е.Г. Сидоркина, Н.В. Аксенова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 14-26.
3. Калинина, И.Н. Критериальная значимость коэффициента эффективности адаптации для оценки динамической функциональной системы футболистов 12-18 летнего возраста / И.Н. Калинина, В.В. Лавриченко // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология,

тренировка. – 2022. – № 1(1). DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_01_2
4. Теория функциональных систем как методологическая основа поддержания в организме оптимальный для метаболизма уровень функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем / А.В. Шаханова, А.Х. Агиров, А.В. Митина [и др.] // Биосфера и человек: материалы Международной научно-практической конференции. – Майкоп, 2019. – С. 438-441.
5. Task Force 8: Classification of sports / J.H. Mitchell, W. Haskell, P. Snell, S.P. Van Camp // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – No. 45(8). – P. 1364-1367. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.02.015.
6. Пушкарь, Ю.Т. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его метрологические возможности / Ю.Т. Пушкарь, В.М. Большов, Н.А. Елизарова // Кардиология. – 1977. – № 7. – С. 85-89.
7. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.

REFERENCES

1. Baevskij R.M., Kirillov O.I., Kletskin S.Z. Mathematical analysis of changes in heart rhythm under stress. Moscow: Nauka, 1984. 180 p. (in Russ.)
2. Bykov E.V., Sidorkina E.G., Aksenova N.V. Spectral characteristics of heart rate of football players in a different type of vegetative regulation. *Modern problems of science and education*, 2014, no. 6, pp. 14-26. (in Russ.)
3. Kalinina I.N., Lavrichenko V.V. The long-term training process of young soccer players from the position of the formation of a dynamic functional system. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2022, no. 1(1). DOI: 10.51871/2782-6570_2022_01_01_2 (in Russ.)
4. Shakhanova A.V., Agirov A.H. et al. Theory of functional systems as a methodological basis for maintaining the optimal level of functioning of the cardiovascular and respiratory systems in the body for metabolism. Biosphere and Man: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Maykop, 2019. pp. 438-441. (in Russ.)
5. Mitchell J.H. et al. Task Force 8: Classification of sports. *J. Am. Coll. Cardiol*, 2005, no. 45(8), pp. 1364-1367. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.02.015.
6. Pushkar Yu.T., Bolshov V.M., Elizarova N.A. Determination of cardiac output by tetrapolar thoracic rheography and its metrological capabilities. *Cardiology*, 1977, no. 7, pp. 85-89. (in Russ.)
7. Dembo A.G., Zemtsovskij E.V. Sports cardiology. Leningrad: Meditsina, 1989. 464 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александра Сергеевна Прохорцева – старший преподаватель кафедры анатомии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: alia_prohortseva@mail.ru.
Анна Васильевна Казалиева – преподаватель кафедры анатомии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.
Марина Григорьевна Половникова – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.
Марина Анатольевна Зуб – кандидат педагогических наук, доцент кафедры анатомии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandra S. Prokhortseva – Senior Lecturer of the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: alia_prohortseva@mail.ru.
Anna V. Kazalieva – Lecturer of the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.
Marina G. Polovnikova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.
Marina A. Zub – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy and Sports Medicine, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Гемодинамические эффекты саморегуляции кровообращения у спортсменов игровых видов спорта / А.С. Прохорцева, А.В. Казалиева, М.Г. Половникова, М.А. Зуб // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_19

For citation: Prokhortseva A.S., Kazalieva A.V., Polovnikova M.G., Zub M.A. Hemodynamic effects of the circulatory system autoregulation in game sports athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_19

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_20
УДК 616.411-089.87-07; 616.151.5

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_20
UDC 616.411-089.87-07; 616.151.5

ВЛИЯНИЕ СПЛЕНЭКТОМИИ И РЕЗЕКЦИИ СЕЛЕЗЕНКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЕМАТОЛОГИИ И СВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КРОВИ

Р.И. Рагимова, Г.С. Рагимов, Н.Г. Мазанова, Р.Г. Рагимов, Ф.З. Алиярова
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Махачкала, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Селезенка играет важную роль в кроветворении, иммунной защите организма и в системе гемостаза. Травматические повреждения селезенки занимают 2-3 место среди всех травм органов живота. Разрывы этого органа встречаются у 20-25% пострадавших с травмой живота. Клинический опыт показывает, что сохранение селезенки при повреждениях возможно в 25-46% случаев. Многие авторы при этом операцией выбора считают спленэктомию. ***Методы.*** На 30 беспородных собаках обоих полов с весом от 15 до 21 кг проведено изучение некоторых показателей периферической крови и системы гемостаза после удаления и резекции селезенки. Для статистического анализа использовали непараметрические критерии. ***Результаты.*** Удаление селезенки приводит к значительному статистически достоверному снижению таких показателей периферической крови, как количество гемоглобина и эритроцитов, и увеличению количества лейкоцитов до 2-х недель после операции с дальнейшей тенденцией к нормализации. Наблюдали также активацию свертывающей системы крови в течение 1-й недели после операции с последующим восстановлением. При резекциях селезенки данные изменения менее выражены, и их восстановление происходит быстрее, чем при спленэктомии. ***Заключение.*** Полученные данные подтверждают целесообразность сохранения селезенки при ее повреждениях.

Ключевые слова: спленэктомия, резекция, влияние, показатели гематологии и свертывающей системы крови.

THE EFFECT OF SPLENECTOMY AND SPLEEN RESECTION ON HEMATOLOGY INDICATORS AND BLOOD COAGULATION SYSTEM

R.I. Ragimova, G.S. Ragimov, N.G. Mazanova, R.G. Ragimov, F.Z. Aliyarova
Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The spleen plays an important role in hematopoiesis, the body's immune defense, and the hemostasis system. Traumatic injuries of the spleen rank 2-3 among all abdominal injuries. Ruptures of this organ occur in 20-25% of patients with abdominal trauma. Clinical experience shows that the preservation of the spleen is possible in 25-46% of cases. Many authors consider splenectomy to be the preferred surgical approach. ***Methods.*** On 30 mongrel dogs of both sexes weighing from 15 to 21 kg, some indicators of peripheral blood and hemostasis were studied after splenectomy and resection. Non-parametric criteria were used for statistical analysis. ***Results.*** Removal of the spleen leads to a statistically significant decrease in some peripheral blood parameters, such as the number of hemoglobin and red blood cells, and an increase in the number of white blood cells up to 2 weeks after surgery, with a further tendency towards normalization. There was also an activation of the blood clotting system during the first week after surgery, followed by recovery. In cases of spleen resection, these changes are less pronounced and recovery occurs faster than in cases of splenectomy. ***Conclusion.*** The obtained data confirm the expediency of preserving the spleen in case of its damage.

Keywords: splenectomy, resection, effect, indicators of hematology and blood coagulation system.

Введение. Травматические повреждения селезенки занимают 3-е место среди всех травм органов живота [1-5]. Разрывы этого органа встречаются у 20-25% пострадавших с травмой живота. Клинический опыт показывает, что сохранение селезенки при повреждениях возможно в 25-46% случаев [3, 6]. Многие авторы при этом операцией выбора считают спленэктомию. Селезенка важна физиологически с многих позиций: она играет важную роль в кроветворении, системе гемостаза и иммунном статусе организма [7, 8]. Удаление селезенки приводит к изменениям в основных

звеньях системы гемостаза: сосудисто-тромбоцитарном и в коагуляционном [9-13].

Травмы живота с разрывом селезенки сопровождаются изменениями и в периферической крови [14, 15]. По данным [14], удаление селезенки оказывает прямое или косвенное влияние на состав периферической крови.

Однако исследований по влиянию удаления и резекции селезенки на некоторые показатели периферической крови и системы гемостаза при травматических повреждениях селезенки в доступной литературе не обнаружено.

Цель исследования: изучить некоторые показатели гематологии и свертывающей системы крови при удалении и резекции селезенки.

Методы и организация исследования. Все процедуры проводились в соответствии с этическими стандартами, утвержденными законодательством Российской Федерации, принципами Базельской декларации в соответствии с европейской конвенцией о защите животных и рекомендациями комитета по биоэтике Дагестанского государственного медицинского университета. Исследования проводили на 30 беспородных собаках обоих полов с массой тела 15-21 кг в трех сериях: в первой серии (n=13) – спленэктомия, во второй серии (n=13) резецировали 2/3 селезенки, третья серия (n=4) – контроль.

Методика эксперимента. Все операции выполняли под внутриплевральным тиопенталовым наркозом после премедикации. В первой серии опытов (n=13) производили спленэктомию. Брюшную полость вскрывали верхнесрединным разрезом. Селезенку выводили в операционную рану и на всем протяжении наносили обширные раны скальпелем. При этом наблюдали внутреннее кровотечение до 300-400 мл. Спустя 25 минут, перевязав все сосуды, идущие к селезенке, пересекали их и удаляли селезенку. Во второй серии (n=13) на селезенку наносили небольшие разрывы, раны, в основном в области верхнего, нижнего полюсов и средней части органа. Кровотечение при этом составило 300-400 мл. Перевязав сосуды, идущие к удаляемой части, резецировали 2/3 селезенки. Кровотечение останавливали наложением гемостатических швов с мобилизацией сальника на ножке. Третья серия (n=4) – контроль. Вскрывали брюшную полость, выводили в рану селезенку. Вызывали кровопотерю до 300 мл без повреждения селезенки и обратно погружали ее в брюшную полость, стенку которой зашивали. Животных содержали в одинаковых условиях под наблюдением до 2 месяцев. Изучали некоторые показатели гематологии и свертывающей системы крови. У всех животных до операции, а затем и в динамике через 5, 14, 60 дней определяли следующие показатели периферической крови: количество гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов. Гемоглобин определяли по методу Сали, количество эритроцитов, лейкоцитов считали в камере Горяева. Показатели свертывающей системы крови определяли в динамике через 2, 7, 14, 20 дней (1 серия) и 2, 7, 14 дней (2 серия) опытов.

Функциональное состояние свертывающей системы крови исследовано определением следующих коагулологических тестов: фибринолитическая активность (ФА) плазмы крови по методу Ковальского, фибриноген по Р.А. Рутбергу, количество тромбоцитов по Фонио, время свертывания крови (ВСК) по Ли-Уайту, протромбиновый индекс (ПТИ) по Квику в модификации по В.Н. Туголукову.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ Statistica. Определяли следующие статистические показатели для нормально распределенного признака: среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ), ошибку среднего арифметического (m). Достоверность различий определяли при помощи критерия Стьюдента (t) с поправкой Бонферрони и Тьюки. Статистически значимыми считались данные при $p<0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение динамики показателей периферической крови у оперированных животных показало, что после спленэктомии на 5-е сутки наблюдалось значимое ($p<0,05$) снижение количества эритроцитов в 1,39 раз до 3,82±0,13 $x10^{12}$/л. (контроль – 5,32±0,64 $x10^{12}$/л). (табл. 1). Спустя 2 недели выявили дальнейшее снижение количества эритроцитов на 2,5% до 3,27±0,24 $x10^{12}$/л.

К 2-м месяцам в динамике послеоперационного периода отмечали значимое увеличение ($p<0,05$) количества эритроцитов на 38,9% до уровня физиологических колебаний до 4,54±0,52 х10^{12}/л.

Как видно из таблицы 1, на 5-е сутки после резекции 2/3 селезенки количество эритроцитов ($p<0,05$) уменьшилось в 1,18 раз до 4,32±0,34 х10^{12}/л. Через 2 недели в динамике отмечали дальнейшее снижение количества эритроцитов на 6,95% до 4,02±0,39 х10^{12}/л. К 60 дню после операции наблюдали ($p<0,05$) тенденцию к увеличению на 21,89% до 4,9±0,43 х10^{12}/л.

Таблица 1

Сравнительная оценка гематологических показателей у собак после операции на селезенке, M±m

Показатели	Спленэктомия (n=13)				Резекция 2/3 (n=13)			
	До опер.	5 дней	14 дней	2 мес.	До опер.	5 дней	14 дней	2 мес.
Гемоглобин, г/л	181,53± 6,89	79,94± 6,42*	74,09± 6,4	100,87± 7,9*	179,41± 5,72	85,24± 6,96*	81,75± 4,89	98,33± 7,17*
Эритроциты, х10^{12}/л	5,32± 0,64	3,82± 0,13*	3,27± 0,24	4,54± 0,52*	5,12± 0,54	4,32± 0,34*	4,02± 0,39	4,9± 0,43*
Лейкоциты, х10^{9}/л	7,56± 1,93	13,76± 2,62*	19,18± 2,8*	8,39± 1,48*	7,24± 3,17	11,32± 1,31*	15,79± 2,29*	7,46± 1,58*

Примечание: * – сравнение величин в динамике послеоперационного периода, $p<0,05$.

Гемоглобин. Как видно из данных, представленных в таблице 1, после спленэктомии спустя 5 суток отмечено значимое ($p<0,05$) снижение количества гемоглобина в 2 раза до 79,94±6,42 г/л (контроль – 181,53±6,89 г/л). В сроки с 5 по 14 день наблюдали ($p>0,05$) повышение содержания гемоглобина на 4%. Через 2 недели выявили значимое снижение количества гемоглобина на 40,5% до 74,09±6,4 г/л по сравнению с 1 неделей после операции. В динамике послеоперационного периода со 2-й по 8-ую неделю наблюдали статистически значимое повышение гемоглобина в 1,36 раз до 100,87±7,9 г/л.

При резекции 2/3 селезенки через 5 дней выявили значимое снижение гемоглобина в 2,12 раза до 85,24±6,96 г/л (контроль – 179,41±5,72 г/л). В период с 5-го по 14 дни отмечали дальнейшее снижение ($p>0,05$) его количества на 4,3% до 81,75±4,89 (табл. 1). В период со 2-й по 8-ую неделю после операции установлено ($p<0,05$) повышение гемоглобина в 1,2 раз до 98,33±7,17 г/л.

Лейкоциты. Как видно из таблицы 1, на 5-й день после удаления селезенки отмечено значимое ($p<0,05$) увеличение количества лейкоцитов в 1,8 раз до 13,76±2,62 х10^{9}/л (контроль – 7,56±1,93 х10^{9}/л). На 14-е сутки в динамике послеоперационного периода наблюдали дальнейшее ($p<0,05$) увеличение количества лейкоцитов на 28,26% до 19,18±2,8 х10^{9}/л. В период с 14-го по 60-й день после операции выявили статистически достоверное снижение количества лейкоцитов в 2,28 раза до 8,39±1,48 х10^{9}/л.

На 5-й день после резекции 2/3 селезенки выявили значимое увеличение количества лейкоцитов в 1,49 раз до 11,32±1,31 х10^{9}/л (контроль – 7,24±3,17 х10^{9}/л). В динамике с 5-го по 14 день после операции отмечено увеличение количества лейкоцитов в 2,08 раза до 15,79±2,29 х10^{9}/л, что статистически ($p<0,05$) выше. В динамике послеоперационного периода с 14 по 60-й день наблюдали значимое ($p<0,05$) снижение лейкоцитов в 2,11 раза до 7,46±1,58 х10^{9}/л с тенденцией к нормализации.

Фибринолитическая активность (ФА). Как видно из данных, представленных в таблице 2, у экспериментальных животных после удаления селезенки на 2-е сутки наблюдали значимое увеличение времени фибринолитической активности в 1,2 раз (на 19,25%) до 104,3±4,95 мин (контроль 86,40±5,28 мин). Спустя неделю после операции выявили дальнейшее статистически ($p<0,05$) значимое увеличение времени ФА на 42,03% и в динамике до 122,73±5,38 мин. Через 2 недели в динамике послеоперационного периода установлено уменьшение времени ФА на 12,25% до 107,69±5,96 мин. На 20-е сутки после операции наблюдали дальнейшее уменьшение времени ФА на

11,97% в динамике с дальнейшей тенденцией к нормализации до 94,81±6,68 мин.

На 2-е сутки при резекции 2/3 селезенки отмечено значимое уменьшение времени ФА в 1,29 раз (на 22,68%) до 67,4±5,95 мин (контроль – 85,53±5,34 мин). Через 7 дней выявили статистически значимое увеличение времени ФА на 14% в динамике до 76,53±5,6 мин. Спустя 2 недели в динамике наблюдали дальнейшую тенденцию к ($p<0,05$) увеличению времени ФА на 17,4% с нормализацией (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка показателей свертывающей системы крови у собак после операций на селезенке, M±m

Показатели	Спленэктомия (n=13)					Резекция 2/3 (n=13)			
	До опер.	2 день	7 день	14 день	20 день	До опер.	2 день	7 день	14 день
Фибринолитическая активность, мин	86,40±5,28	104,3±4,95*	122,73±5,38*	107,69±5,96	94,81±6,68	85,53±5,34	67,4±5,95*	76,53±5,6	89,85±6,2*
Фибриноген, мг%	195,07±14,9	286,37±14,04*	387,73±16,3*	321,87±15,4	209,0±16,97*	196,27±12,34	229,73±15,64*	235,0±17,83	192,27±16,7*
Тромбоциты, тыс.	276,87±15,09	333,87±18,45*	472,47±21,19*	334,40±19,8*	280,6±16,48*	278,93±11,54	301,27±12,73*	288,4±8,97	281,42±11,6
ВСК, с	181,86±14,9	153,2±6,02*	108,67±7,4*	162,33±5,69*	189,4±12,89*	180,27±12,56	168,2±16,07	149,66±16,75*	189,3±13,54*
Протромбиновый индекс, %	99,53±4,43	75,28±6,78*	86,65±6,77	79,76±6,13	96,7±7,37*	99,47±6,42	79,84±6,7*	87,17±6,54*	93,9±7,74

Примечание: ВСК – время свертывания крови; * – сравнение величин в динамике послеоперационного периода, $p<0,05$.

Фибриноген. Как видно из таблицы 2, на 2-е сутки после спленэктомии выявили значимое повышение ($p<0,05$) фибриногена в крови оперированных животных в 1,46 раз до 286,37±14,04 мг% (контроль – 195,07±14,9 мг%). Спустя неделю в динамике послеоперационного периода отмечено дальнейшее ($p<0,05$) увеличение фибриногена в 1,98 раз до 387,73±16,3 мг% по сравнению с контролем. Через 2 недели после операции наблюдали ($p>0,05$) снижение фибриногена на 17% до 321,87±15,4 мг% по сравнению с 7 днем после операции. На 20-е сутки в динамике после операции установлено значимое снижение фибриногена в 1,54 раз до 209,0±16,97 мг%.

Через 2-е суток после резекции 2/3 селезенки отмечено ($p<0,05$) повышение фибриногена в 1,54 раз до 229,73±15,64 мг% (контроль – 196,27±12,34 мг%). В период со 2-го по 7-й день после операции выявили ($p>0,05$) повышение фибриногена на 19% до 235,0±17,83 мг%. Начиная с 7-го по 14-ый день наблюдали значимое снижение фибриногена в 1,22 раз в крови у экспериментальных животных с тенденцией к дальнейшему снижению до 192,27±16,7 мг%.

Тромбоциты. Через 2 дня после спленэктомии выявили достоверно значимое повышение количества тромбоцитов в 1,2 раз до 333,87±18,45 тыс. Спустя неделю после операции отмечено дальнейшее ($p<0,05$) повышение количества тромбоцитов в 1,7 раз до 472,47±21,19 тыс. (контроль – 276,87±15,09 тыс.). В период с 7-го по 14-ый день установлено ($p<0,05$) снижение в 1,2 раз до 334,40±19,8 тыс. К 20 дню после операции наблюдали тенденцию к снижению до 280,6±16,48 тыс. ($p<0,05$).

Как видно из данных, представленных в таблице 2, спустя 2-е суток после резекции 2/3 селезенки наблюдали значимое повышение количества тромбоцитов в 1,08 раз до 301,27±12,73 тыс. Через неделю выявили ($p>0,05$) снижение тромбоцитов на 0,42% до 288,4±8,97 тыс. На 2-й неделе после операции установлено дальнейшее незначимое снижение количества тромбоцитов на 3,5% до 281,42±11,6 тыс. с тенденцией к восстановлению.

Время свертывания крови (ВСК). Как видно из таблицы 2, на 2-е сутки после удаления селезенки отмечено ($p<0,05$) уменьшение ВСК в 1,18 раз до 153,2±6,02 с

(контроль – 181,86±14,9 с). Через неделю после операции выявили дальнейшее значимое уменьшение ВСК в динамике на 29,1% до 108,67±7,4 с (p=0,000). Спустя 2 недели наблюдали значимое увеличение ВСК на 10,74% до 162,33±5,69 с. Начиная с 7-го по 20-ый день в динамике послеоперационного периода установлено (p<0,05) увеличение ВСК в 1,74 раз до 189,4±12,89 с.

На 2-й день после резекции 2/3 селезенки выявили (p>0,05) уменьшение ВСК на 7,52% до 168,2±16,07 с (контроль – 180,27±12,56 с) (табл. 2). Спустя неделю после операции наблюдали дальнейшее (p<0,05) уменьшение ВСК в 1,21 раз до 149,66±16,75 с. На 14-е сутки в динамике после операции отмечено статистически значимое увеличение ВСК на 26,5% (189,3±13,54 с).

Протромбиновый индекс (ПТИ). После операции удаления селезенки через 2 дня отмечено значимое снижение ПТИ в 1,32 раз до 75,28±6,78% (контроль – 99,53±4,43%). На 7-й день выявили повышение протромбинового индекса на 14,9% до 86,65±6,77%. Спустя 2 недели после операции наблюдали (p>0,05) снижение ПТИ до 79,76±6,13% (табл. 2). В период с 14-го по 20-й день наблюдали повышение ПТИ на 21,32% до 96,7±7,37%, что статистически выше (p<0,05).

Как видно из данных, представленных в таблице 2, на 2-е сутки после резекции 2/3 селезенки выявили значимое снижение ПТИ в 1,25 раз до 79,84±6,7% (при контроле – 99,47±6,42%). Спустя неделю наблюдали (p<0,05) повышение ПТИ в 1,14 раз до 87,17±6,54%. Через 2 недели установлено незначимое повышение на 7,82% до 93,9±7,74% с дальнейшей тенденцией к нормализации.

Заключение. Динамические наблюдения за контрольной группой животных показали, что лапаротомия на фоне кровопотери не вызывает существенных сдвигов в содержании эритроцитов гемоглобина и показателей свертывающей системы крови. Удаление селезенки приводит к статистически достоверному снижению таких показателей периферической крови, как количество гемоглобина и эритроцитов, и увеличению количества лейкоцитов до 2-х недель после операции с дальнейшей тенденцией к нормализации. В течение 1-й недели после операции наблюдали активацию свертывающей системы крови за счет уменьшения времени свертывания крови, повышения фибриногена и увеличения количества тромбоцитов, что создает угрозу тромботическим осложнением. Следует отметить, что аналогичные изменения в картине крови наблюдали у животных, перенесших резекцию 2/3 селезенки. При резекции селезенки данные изменения менее выражены, чем после спленэктомии. Таким образом, травматические повреждения селезенки с последующим ее удалением сопровождаются снижением некоторых показателей гематологии и повышением активности свертывающей системы крови. При органосохраняющих операциях на селезенке эти изменения менее выражены с ранней нормализацией.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдоминальная хирургия: нац. рук.: краткое изд. / под ред. И.И. Затевахина, А.И. Кириенко, В.А. Кубышкина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 912 с.
2. Хирургическая тактика при закрытых травмах живота с изолированным повреждением селезенки / А.Е. Войновский, А.В. Индейкин, А.П. Колтович [и др.] // Медицинский вестник МВД. – 2010. – № 2. – С. 4-10.
3. Смоляр, А.Н. Закрытая травма живота. Повреждения селезенки. Ч. 2 / А.Н. Смоляр // Хирургия. – 2016. – № 2. – С. 4-10.
4. Asplenie und Hyposplenismus (früher: Prävention von Infektionen und Thrombosen nach Splenektomie oder funktioneller Asplenie). – 2020. – URL: https://www.onkopedia.com/de/onkopedia/guidelines/asplenie-und-hyposplenismus-frueher-praevention-von-infektionen-und-thrombosen-nach-splenektomie-oder-funktioneller-asplenie/@guideline/html/index.html (дата обращения: 20.06.2022).
5. Non-operative treatment approach for blunt splenic injury: is grade the unique criterion? / B. Koca, K. Topgül, S.S. Yürüker [et al.] // Ulus. Travma ve Acil Cerrahi Derg. – 2013. – Vol. 19. – No. 4. – P. 337-342.

6. Конева, Е.В. Разрыв селезенки / Е.В. Конева // Красота и здоровье. – URL: https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/trau-matology/ruptured-spleen (дата обращения: 22.06.2022).
7. Иммунобиохимические и гематологические показатели крови крыс после удаления селезенки / Г.Ю. Стручко, Л.М. Меркулова, И.С. Стоменская [и др.] // Иммунология. – 2003. – № 2. – С. 92-96.
8. Prävention von Infektionen und Thrombosen nach Splenektomie Oder funktioneller Asplenie: Interdisziplinäre onkopedia-Leitlinie / M. Engelhardt, S. Eber, U. Germing [et al.] // Kinder- und Jugendmedizin. – 2013. – Vol. 13. – No. 3. – P. 197-205.
9. Копыстянский, Н.Р. Влияние селезенки на гемостаз: автореф. дис. … д-ра мед. наук: 14.00.27 / Николай Романович Копыстянский. – Львов, 1974. – 33 с.
10. Масляков, В.В. Состояние сосудисто-тромбоцитарного звена системы гемостаза у пожилых пациентов после спленэктомии в ближайшем послеоперационном периоде / В.В. Масляков, С.Е. Урядов, А.П. Табунков // Вестник алтайской науки. – 2014. – № 4. – С. 288-292.
11. Atweh, N.S. Portal vein thrombosis after splenectomy / N.S. Atweh, S.M. Kavic, S.J. Dudrick // J. of the Am. Coll. of Surg. – 2001. – Vol. 192. – No. 4. – P. 551-552.
12. Postsplenectomy reactive thrombocytosis / P.N. Khan, R.J. Nair, J. Olivares [et al.] // Proceedings (Baylor University Medical Center). – 2009. – Vol. 22. – No. 1. – P. 9-12.
13. Thrombocytosis after trauma: incidence, aetiology and clinical significance / N. Valade F. Decailliot, Y. Rébufat [et al.] // Br. J. of Anesth. – 2005. – Vol. 94. – No. 1. – P. 18-23.
14. Завада, Н.В. Повреждение селезенки при изолированной и сочетанной травме живота / Н.В. Завада. – Минск: БелМАПО, 2021. – 283 с.
15. Зависимость показателей периферической крови в ближайшем послеоперационном периоде при изолированной травме селезенки от возраста пациентов и выполненной операции / В.В. Масляков, С.Е. Урядов, С.В. Капралов, А.Д. Бахаев // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. – 2022. – № 17(3). – С. 59-67. DOI: 10.25881/20728255_2022_17_3_59.

REFERENCES

1. Abdominal Surgery: National Guidelines: Short Edition. Zatevakhin I.I., Kirienko A.I., Kubyshkin V.A., ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. 912 p. (in Russ.)
2. Voynovskij A.E., Indejkin A.V., Koltovich A.P., Shabalin A.Yu., Kukunchikov A.A., Gubskaya N.V. Surgical tactics of closed abdominal traumas with isolated injury of spleen. *MIA Medical Bulletin*, 2010, no. 2, pp. 4-10. (in Russ.)
3. Smoliar A.N. Blunt abdominal trauma. Spleen injuries. Part 2. *Pirogov Russian Journal of Surgery*, 2016, no. 2, pp. 4-10. (in Russ.)
4. Asplenie und Hyposplenismus (früher: Prävention von Infektionen und Thrombosen nach Splenektomie oder funktioneller Asplenie). Onkopedia. 2020. Available at: https://www.onkopedia.com/de/onkopedia/guidelines/asplenie-und-hyposplenismus-frueher-praevention-von-infektionen-und-thrombosen-nach-splenektomie-oder-funktioneller-asplenie/@guideline/html/index.html. (accessed 20.06.2022). (in German)
5. Koca B., Topgül K., Yürüker S.S., Cınar H., Kuru B. Non-operative treatment approach for blunt splenic injury: is grade the unique criterion? *Ulus. Travma ve Acil Cerrahi Derg*, 2013, vol. 19, no. 4, pp. 337-342.
6. Koneva E.V. Spleen rupture. *Krasota i zdorov'e.* Available at: https://www.krasotaimedicina.ru/diseases/traumatology/ruptured-spleen (accessed 22.06.2022). (in Russ.)
7. Struchko G.Yu., Merkulova L.M., Stomenskaya I.S., Mohammed Z., Nikiforova N.V., Bochkareva A.G., Sakharova A.S. Immune-biological and hematological indices in rat blood after splenictomy. *Immunology*, 2003, no. 2, pp. 92-96. (in Russ.)
8. Engelhardt M., Eber S., Germing U., Hermann W., Kern W.V., Schmugge M. Prävention von Infektionen und Thrombosen nach Splenektomie oder funktioneller Asplenie: Interdisziplinäre onkopedia-Leitlinie. *Kinder- und Jugendmedizin*, 2013, vol. 13, no. 3, pp. 197-205. (in German)
9. Kopistyanskij N.R. Influence of the spleen on hemostasis. An author's abstract. Lviv: 1974. p. 33. (in Russ.)
10. Maslyakov V.V., Uryadov S.E., Tabunkov A.P. The state of the vascular-thrombotic link of the hemostasis system in elderly patient's aftersplenectomy in the immediate postoperative period. *Bulletin of the Altai Science*, 2014, no. 4, pp. 288-292. (in Russ.)
11. Atweh N.S., Kavic S.M., Dudrick S.J. Portal vein thrombosis aftersplenectomy. *Journal of the American Coll. of Surgery*, 2001, vol. 192, no. 4. pp. 551-552.
12. Khan P.N., Nair R.J., Olivares J., Tingle L.E., Li Z. Postsplenectomy reactive thrombocytosis. *Proceedings (Baylor University Medical Center)*, 2009, vol. 22, no. 1, pp. 9-12.
13. Valade N., Decailliot F., Rébufat Y., Heurtematte Y., Duvaldestin P., Stéphan F. Thrombocytosis after trauma: incidence, aetiology and clinical significance. *British Journal of Anesth*, 2005, vol. 94, no. 1, pp. 18-23.

14. Zavada N.V. Damage to the spleen in isolated and combined abdominal trauma. Minsk: BelMAPO, 2021. 283 p. (in Russ.)
15. Maslyakov V.V. et al. Dependence of peripheral blood parameters in the immediate postoperative period with isolated spleen injury on the age of patients and the operation performed. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*, 2022, no. 17(3), pp. 59-67. DOI: 10.25881/20728255_2022_17_3_59. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Рафия Идаетовна Рагимова – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, e-mail: rafia_ragimova@mail.ru.
Гасрет Сейфуллаевич Рагимов – доктор медицинских наук, профессор кафедры оперативной хирургии с топографической анатомией, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, e-mail: mega.gasret@mail.ru.
Наида Гасретовна Мазанова – врач-ординатор, Махачкала, e-mail: ragimova_naida@mail.ru.
Рашид Гасретович Рагимов – студент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, e-mail: ragimovr388@gmail.com.
Фатима Загировна Алиярова – студент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Махачкала, e-mail: aliarovafatima4@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Rafia I. Ragimova – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Normal Physiology, Dagestan State Medical University, Makhachkala, e-mail: rafia_ragimova@mail.ru.
Gasret S. Ragimov – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Operative Surgery with Topographic Anatomy, Dagestan State Medical University, Makhachkala, e-mail: mega.gasret@mail.ru.
Naida G. Mazanova – Resident Physician, Makhachkala, Russia, e-mail: ragimova_naida@mail.ru.
Rashid G. Ragimov – Student, Dagestan State Medical University, Makhachkala, e-mail: ragimovr388@gmail.com.
Fatima Z. Aliyarova – Student, Dagestan State Medical University, Makhachkala, e-mail: aliarovafatima4@gmail.com.

Для цитирования: Влияние спленэктомии и резекции селезенки на показатели гематологии и свертывающей системы крови / Р.И. Рагимова, Г.С. Рагимов, Н.Г. Мазанова [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_20

For citation: Ragimova R.I., Ragimov G.S., Mazanova N.G., Ragimov R.G., Aliyarova F.Z. The effect of splenectomy and spleen resection on hematology indicators and blood coagulation system. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_20

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_21
УДК 613.954

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_21
UDC 613.954

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ДЕТЕЙ 5-6 ЛЕТ АРХАНГЕЛЬСКОЙ, МОСКОВСКОЙ И ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ

В.Д. Сонькин, И.Д. Коняев
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Физическое развитие и двигательная подготовленность детей являются важными показателями их общего развития и готовности к обучению. Изучение региональных и половых различий этих показателей позволяет учитывать влияние климатогеографических факторов на развитие дошкольников. ***Методы.*** Проведено обследование 768 детей 5-6 лет из дошкольных учреждений Архангельской, Московской и Пензенской областей. Измерены антропометрические показатели (длина и масса тела, окружность грудной клетки) и получены результаты двигательных тестов (6-минутный бег, прыжок в длину с места, наклон вперед). ***Результаты.*** Выявлено, что морфологические особенности и возраст детей оказывают существенное влияние на результаты тестирования, тогда как принадлежность к медицинской группе здоровья в целом не определяет различий в базовых антропометрических показателях. ***Заключение.*** Результаты исследования подтверждают необходимость разработки регионально адаптированных нормативов двигательной подготовки для детей дошкольного возраста.

Ключевые слова: физическое развитие, двигательная подготовленность, половые различия, региональные особенности, выносливость, гибкость, скоростно-силовые качества, дошкольные образовательные организации.

PHYSICAL DEVELOPMENT AND MOTOR FITNESS OF CHILDREN AGED 5-6 YEARS OLD IN THE ARKHANGELSK, MOSCOW, AND PENZA REGIONS OF RUSSIA

V.D. Son'kin, I.D. Konyaev
Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Physical development and motor fitness of children are important indicators of their overall development and readiness for learning. The study of regional and gender differences in these indicators allows us to take into account the influence of climatic and geographical factors on the development of preschoolers. ***Methods.*** A survey of 768 5-6-year-old children from preschool institutions in the Arkhangelsk, Moscow and Penza Regions was conducted. Anthropometric parameters (body length and weight, chest circumference) were measured, and the results of motor tests (6-minute run, standing long jump, forward tilt) were obtained. ***Results.*** It was found that the morphological features and age of children have a significant impact on the test results, while belonging to a medical health group does not generally determine the differences in basic anthropometric indicators. ***Conclusion.*** The results of the study confirm the need to develop regionally adapted standards of motor training for preschool children.

Keywords: physical development, motor fitness, gender differences, regional characteristics, endurance, flexibility, speed and strength, preschool educational organizations.

Введение. Физическое развитие и двигательная подготовленность у детей дошкольного возраста являются ключевым пластом в структуре их общего развития: моторные навыки, сила, координация и выносливость становятся не просто элементами двигательной подготовленности, но и предикторами дальнейшего когнитивного и социального становления [1-3]. Зарубежные исследования, проведенные в Англии, подтверждают, что именно моторные навыки, а не просто количественный объем физической активности оказывают значимое влияние на готовность ребенка к школе и когнитивные функции [4].

Российские исследования, как правило, ограничены одним регионом и не включают сравнительный межрегиональный дизайн. Однако экологические факторы (загрязненность воздуха, климатические условия) уже показали свое влияние на физическую подготовленность детей в городах с высоким

уровнем загрязнения, что указывает на необходимость учитывать региональные особенности при оценке физического развития и двигательной подготовленности детей дошкольного возраста [5].

Физическая активность в раннем возрасте оказывает отсроченное влияние на здоровье. В систематическом обзоре Pate et al. (2019) показано, что у детей младше 6 лет высокая физическая активность ассоциируется с лучшими показателями костной массы и с профилактикой избыточной массы тела (ожирения) [6]. Однако авторы подчеркивают, что данных недостаточно для уверенных выводов по влиянию физической активности на кардиометаболическое здоровье и когнитивные показатели в этой возрастной группе. Это подчеркивает важность новых эмпирических исследований, особенно в условиях недостатка данных, отражающих региональные и социальные особенности развития дошкольников в отечественной выборке.

Важным аспектом является учет психомоторного и когнитивного развития в комплексе с двигательной подготовленностью. В работе Наследова и соавт. (2020) представлена психометрическая шкала для скрининга проблем ментального развития у дошкольников, в том числе компонента «Моторные навыки» как одного из факторов оценки развития ребенка [7]. Это исследование подчеркивает, что оценка двигательной подготовленности должна быть интегральным компонентом любого мониторинга развития детей дошкольного возраста, в том числе и в возрасте 5-6 лет.

Цель исследования: провести сравнительный анализ показателей физического развития и двигательной подготовленности у мальчиков и девочек 5-6 лет из трех регионов России в условиях дошкольной образовательной организации.

Методы и организация исследования. Проведено обследование 768 детей 5-6 лет (374 мальчика и 394 девочки) в условиях дошкольных образовательных организаций Архангельской, Московской и Пензенской областей в 2025 г. Данные о физическом развитии детей получены медицинским персоналом стандартными методами, измеряли длину (см) и массу (кг) тела, окружность грудной клетки (см). Двигательная подготовленность детей оценивалась инструкторами по физической культуре стандартизированными тестами: прыжок в длину с места (см), 6-минутный бег в сочетании с ходьбой (м), наклон вперед (см) [8].

Согласно записям в медицинских картах, каждый ребенок был отнесен к одной из групп здоровья по медицинским критериям, которые определяли медицинские работники в дошкольных образовательных организациях [9]. Мы разделили по этому признаку детей по принадлежности к 1 (мальчики – 163 чел. (43,6%); девочки – 194 чел. (49,3%)), 2 (мальчики – 202 чел. (53,9%); девочки – 187 чел. (47,5%)) или 3 группе здоровья (мальчики – 9 чел. (2,5%); девочки – 13 чел. (3,2%)).

Статистическая обработка данных проводилась в компьютерной программе SPSS Statistics 29. Нормальность распределения наблюдений в выборках проверяли критерием Шапиро-Уилка. Для выявления статистически значимых различий между двумя несвязанными выборками использовали U-критерий Манна-Уитни, для трех и более несвязанных выборок применяли H-критерий Краскела-Уоллиса. При сравнении средних значений между мальчиками и девочками в пределах отдельных регионов использовался t-критерий Стьюдента, так как большие объемы выборок обеспечивали устойчивость параметрического критерия даже при умеренных отклонениях от нормального распределения данных. Данные представлены как M±m (среднее и ошибка).

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 приведены наиболее общие статистические различия в показателях физического развития и двигательной подготовленности детей 5-6 лет. Значимые характеристики в этой таблице представлены жирным шрифтом. Из данных таблицы следует, что практически все измеренные показатели, согласно критерию Шапиро-Уилка, имеют распределение, отличное от нормального. Поэтому для оценки межполовых различий были использованы жесткие непараметрические критерии.

Таблица 1

Статистические различия показателей физического развития и двигательной подготовленности детей 5-6 лет

Показатель	Критерий нормальности Шапиро-Уилка (W)	Значимость критерия нормальности Шапиро-Уилка (p)	Половые различия (критерий Манна-Уитни – Z)	Половые различия (значимость критерия Манна-Уитни – p)	Межрегиональные различия (критерий Краскела-Уоллиса)	Различия между группами здоровья (критерий Краскела-Уоллиса)
Длина тела, см	0,995	0,001	2,699	0,007	H=94,13113 p=0,000	H=0,5765208 p=0,7496
Масса тела, кг	0,946	0,000	2,882	0,004	H=25,19915 p=0,000	H=0,6433710 p=0,7249
Окружность гр. клетки, см	0,955	0,000	4,759	0,000	H=74,02838 p=0,000	H=3,669055 p=0,1597
Прыжок в длину с места, см	0,993	0,000	2,912	0,004	H=124,3720 p=0,000	H=3,687602 p=0,1582
6-минутный бег в сочетании с ходьбой, м	0,995	0,001	3,112	0,002	H=186,9483 p=0,000	H=6,115396 p=0,0470
Наклон вперед, см	0,950	0,000	-6,147	0,000	H=49,01994 p=0,000	H=0,9531966 p=0,6209

Дети из разных групп здоровья демонстрируют достоверные различия в результатах 6-минутного бегового теста, что подтверждает статистический анализ показателей двигательной подготовленности (табл. 1). Вместе с тем, согласно критерию Краскела-Уоллиса, принадлежность к группе здоровья статистически значимо не отражается на проявлениях общего физического развития. Все остальные зарегистрированные показатели как у мальчиков, так и у девочек не демонстрируют статистически значимых различий между группами здоровья.

Региональные особенности физического развития и двигательной подготовленности детей 5-6 лет. Данные о детях, участвовавших в наших исследованиях, были получены из дошкольных образовательных организаций 3 субъектов Российской Федерации: Архангельской, Московской и Пензенской областей. Географически эти регионы расположены в разных климатических зонах, они обладают различной экономической спецификой и представляют социально различающиеся популяции – все это факторы, которые способны влиять на процессы роста и развития в детском возрасте. Вычленить какой-либо из этих факторов и проанализировать его действие в «чистом виде», без влияния остальных, не представляется возможным, все они действуют комплексно и разнонаправленно. Неудивительно, что практически по всем признакам мы выявили значимые статистические различия между регионами, однако это не дает возможности их сравнивать, поскольку нет единого вектора, который бы однозначно и однонаправленно влиял на процессы роста и развития детского организма.

На рисунке 1 представлены данные о физическом развитии детей 5-6 лет из 3 регионов. По длине и массе тела, а также по окружности грудной клетки дети из Московской области хотя и ненамного, но опережают детей из всех остальных регионов.

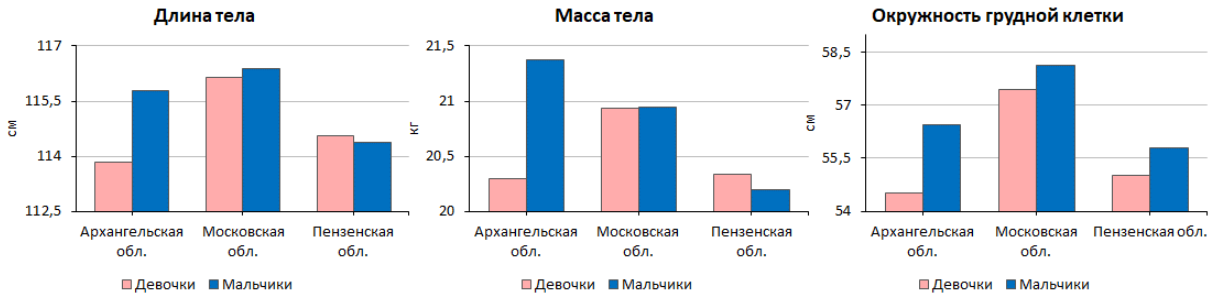


Рис. 1. Региональные и половые особенности физического развития детей 5-6 лет

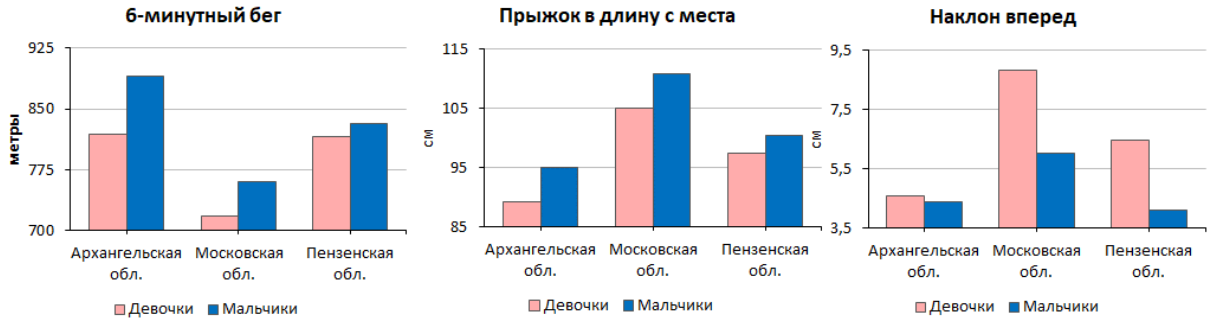


Рис. 2. Региональные различия в результатах 3 двигательных тестов у девочек и мальчиков 5-6 лет

На рисунке 2 представлены диаграммы с результатами 3 двигательных тестов у девочек и мальчиков из 3 регионов. Из данных наглядно видно, что показатели носят разнородный характер и отличаются между регионами. Однако выявить непосредственную причину этих региональных различий пока невозможно.

По результативности 6-минутного бега дети из Московской области занимают лишь 3-е место, уступив детям из Архангельской и Пензенской областей (рис. 2). Причины выявленных региональных различий неизвестны. Тест «6-минутный бег» отражает общую выносливость организма и характеризует аэробную производительность, которая в этом возрасте только начинает формироваться [10].

По тестам «Прыжок в длину с места» и «Наклон вперед» с сильным отрывом впереди оказываются дети из Московской области (рис. 2). Вряд ли это можно связать с экономическими или социальными факторами, не просматривается здесь связь и с климатогеографическими характеристиками региона. Разгадка этого «странного» феномена состоит в том, что средний возраст детей, участников обследования, в Московском регионе оказался существенно выше, чем во всех остальных – они просто более крупные и развитые. Это подтверждается данными о физическом развитии детей из разных регионов (рис. 1).

Данные о половых особенностях двигательной подготовленности детей дошкольного возраста 5-6 лет имеют большое значение для оценки функционального состояния их организма и определения адекватного режима физической активности [11]. В таблице 2 представлены некоторые данные о двигательной подготовленности детей 5-6 лет из разных регионов, среди которых выявлены статистические различия. Видно, что двигательная подготовленность дошкольников имеет определенные половые особенности.

Выявлены статистически значимые различия по результатам выполнения шестиминутного бега, прыжка в длину с места и наклона вперед. Мальчики превосходили девочек по уровню развития общей выносливости и скоростно-силовых способностей. Девочки характеризовались более высоким уровнем развития гибкости. В каждом из регионов сложилась своя специфическая картина, характеризующая половые особенности развития двигательных способностей.

В нашем исследовании было выявлено, что показатели физического развития (длина и масса тела, окружность грудной клетки) варьировались между регионами, но не зависели от принадлежности к той или иной группе здоровья. Этот факт позволяет утверждать, что возрастные и морфологические факторы, а также социокультурные условия среды оказывают большее влияние на показатели физического развития, чем формальные медицинские критерии здоровья [12, 13]. Подобные выводы подтверждаются и зарубежными исследованиями, где показано, что длина тела и возраст детей объясняют значительную часть вариативности результатов тестов на выносливость [12].

Полученные данные о половых особенностях детей 5-6 лет согласуются с результатами предыдущих исследований, в которых также отмечается более высокий уровень скоростно-силовой подготовки у мальчиков и преимущество девочек в показателях гибкости [14, 15].

Таблица 2

Половые различия показателей двигательной подготовленности детей 5-6 лет из разных регионов, M±m

Показатели	Мальчики	Девочки	t-критерий	P<
Архангельская область				
6-минутный бег в сочетании с ходьбой, м	862,71±15,2 (n=79)	817,56±13,07 (n=70)	2,25	0,05
Прыжок в длину с места, см	3,33±0,22 (n=67)	4,09±0,31 (n=56)	2,04	0,05
Наклон вперед, см	3,74±0,36 (n=81)	4,17±0,43 (n=66)	0,76	–
Московская область				
6-минутный бег в сочетании с ходьбой, м	753,93±10,59 (n=163)	714,24±10,38 (n=177)	2,68	0,01
Прыжок в длину с места, см	108,83±1,22 (n=188)	102,57±1 (n=217)	3,97	0,001
Наклон вперед, см	4,87±0,27 (n=168)	6,72±0,26 (n=166)	4,90	0,001
Пензенская область				
6-минутный бег в сочетании с ходьбой, м	826,39±13,14 (n=103)	814,28±11,49 (n=106)	0,69	–
Прыжок в длину с места, см	100,62±1,67 (n=105)	98±1,47 (n=107)	1,18	–
Наклон вперед, см	4,66±0,37 (n=105)	6,07±0,35 (n=107)	2,77	0,01

Важным является тот факт, что выявленные различия не носят универсального характера: в каждом регионе прослеживается своя специфика полового диморфизма двигательных способностей. Это подтверждает необходимость разработки регионально адаптированных нормативов и программ физического воспитания для дошкольников [16].

Результаты проведенного исследования подчеркивают значимость комплексного учета возрастных, морфологических, социальных и региональных факторов при оценке физического развития и двигательной подготовленности дошкольников [2, 17].

Таким образом, для практики дошкольного образования это означает необходимость регулярного мониторинга физического состояния детей, своевременной коррекции режима физической активности и учета региональных особенностей при проектировании образовательных программ.

Заключение. Дети Московской области продемонстрировали более высокие результаты в тестах «Прыжок в длину с места» и «Наклон вперед», что объясняется несколько большим средним возрастом участников из данного региона, а, следовательно, и более высокими антропометрическими показателями. В то же время их результаты в 6-минутном беге оказались хуже, чем у сверстников из Архангельской и Пензенской областей. Вероятно, это отражает не только возрастные особенности, но и особенности организации двигательной активности в дошкольных образовательных организациях региона.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось в рамках Государственного задания № 073-00070-25-03 от 29.05.2025 г. по работе «Разработка и апробация комплекса инструментов для проведения мониторинга физического здоровья детей дошкольного возраста в условиях дошкольной образовательной организации».

Благодарность. Авторы выражают благодарность научному сотруднику лаборатории физиологии развития и физической культуры обучающихся ФГБНУ «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка» Кириллу Викторовичу Орлову за проведенную работу по статистической обработке данных.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was conducted as part of State Assignment no. 073-00070-25-03 dated May 29, 2025, on the work «Development and testing of a set of tools for monitoring the physical health of preschool children in a preschool educational organization».

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the Researcher of the Laboratory of Developmental Physiology and Physical Culture of Students of the Institute of Child Development, Health and Adaptation, Kirill Viktorovich Orlov, for the data statistical processing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенова, Г.И. Методика тренировки детей 5-6 лет, направленная на поступление в группы начальной подготовки по художественной гимнастике / Г.И. Семенова, Е.А. Шеменева // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 7. – С. 173-177.
2. Багина, А.Н. Физическое развитие детей 5-6 лет в детском саду / А.Н. Багина // Вопросы дошкольной педагогики. – 2025. – № 2(83). – С. 5-7.
3. Strength Training in Children: A Systematic Review Study / B.B. León-Reyes, D. Galeano-Rojas, M. Gámez-Vílchez [et al.] // Children. – 2025. – No. 12(5). – P. 623.
4. The Association between Physical Activity, Motor Skills and School Readiness in 4-5-Year-Old Children in the Northeast of England / D. Jones, A. Innerd, E.L. Giles, L.B. Azevedo // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – No. 18(22). – P. 11931.
5. Физическая подготовленность детей 5-7 лет в городе с высокой степенью загрязнения атмосферного воздуха / Е.Н. Котышева, Н.Н. Котляр, Р.А. Козлов [и др.] // Профилактическая медицина. – 2018. – № 21(6). – С. 50-53.
6. Physical Activity and Health in Children Younger than 6 Years: A Systematic Review / R.R. Pate, C.H. Hillman, K.F. Janz [et al.] // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2019. – No. 51 (6). – P. 1282-1291.
7. Elaboration of Screening Scales for Mental Development Problems Detection in Russian Preschool Children / A. Nasledov, S. Miroshnikov, L. Tkacheva, V. Goncharov // Psychometric Approach, Diagnostics. – 2020. – No. 10(9). – P. 64.
8. Павленкович, С.С. Мониторинг физической подготовленности: учебно-методическое пособие / С.С. Павленкович. – Саратов, 2019. – 51 с.
9. О комплексной оценке состояния здоровья детей (вместе с «Инструкцией по комплексной оценке состояния здоровья детей»): Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.12.2003 № 621.
10. Сонькин, В.Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – Москва: «Книжный дом ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
11. Морфофункциональное и моторное развитие детей 4-5 лет с разной физической активностью в условиях дошкольной образовательной организации / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова, С.А. Кесель [и др.] // Перспективы науки и образования. – 2022. – № 5(59). – С. 304-319.
12. The 6-minute walk test: normal values for children of 4-11 years of age / A.E. Lammers, A.A. Hislop, Y. Flynn, S.G. Haworth // Archives of Disease in Childhood. – 2008. – No. 93(6). – P. 464-468.
13. Сачковская, В.В. Морфофункциональные особенности детей дошкольного возраста / В.В. Сачковская // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: Материалы XIII Международной молодежной научно-практической конференции. – Минск: ПолесГУ, 2019. – С. 55-57.
14. Honrubia-Montesinos, C. Motor Development among Spanish Preschool Children / C. Honrubia-Montesinos, P. Gil-Madrona, L. Losada-Puente // Children. – 2021. – No. 8 (41). – P. 13.
15. Гаврилова, М.Н. Оценка двигательного развития в дошкольном возрасте: обзор диагностического инструментария / М.Н. Гаврилова, Е.А. Чичинина, А.А. Якушина // Российский психологический журнал. – 2023. – № 20(4). – С. 293-314.
16. Assessment of physical development of preschool children of the republic of Kazakhstan and retrospective analysis over the last 50 years / G. Aldibekova, S. Abdrakhmanova, L. Lim [et al.] // Georgian Medical News. – 2021. – No. 319. – P. 45-51.
17. Карпович, Н.В. Физическое развитие и особенности режима дня современных дошкольников / Н.В. Карпович, Н.А. Грекова, Ю.Н. Полянская // Здоровье и окружающая среда. – 2023. – № 33. – С. 75-81.

REFERENCES

1. Semyonova G.I., Shemeneva E.A. Training methodology for children 5–6 years aimed for entry in groups of initial training in rhythmic gymnastics. *Modern high technologies,* 2022, no. 7, pp. 173-177 (in Russ.).
2. Bagina A.N. Physical development of children aged 5-6 in kindergarten. *Issues of Preschool Pedagogy,* 2025, no. 2(83), pp. 5-7 (in Russ.).
3. León-Reyes B.B., Galeano-Rojas D., Gámez-Vílchez M. et al. Strength Training in Children: A Systematic Review Study. *Children,* 2025, no. 12(5), p. 623.
4. Jones D., Innerd A., Giles E.L., Azevedo L.B. The Association between Physical Activity, Motor

Skills and School Readiness in 4-5-Year-Old Children in the Northeast of England. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, no. 18(22), p. 11931.
5. Kotysheva E.N., Kotlyar N.N., Kozlov R.A., Korobeynikov E.V., Alontsev V.V. Physical fitness of children aged 5-7 in a city with a high degree of atmospheric air pollution. *Preventive Medicine*, 2018, no. 21(6), pp. 50-53 (in Russ.).
6. Pate R.R., Hillman C.H. et al. Physical Activity and Health in Children Younger than 6 Years: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2019, no. 51(6), pp. 1282-1291.
7. Nasledov A., Miroshnikov S., Tkacheva L., Goncharov V. Elaboration of Screening Scales for Mental Development Problems Detection in Russian Preschool Children. Psychometric Approach, *Diagnostics*, 2020, no. 10(9), p. 64.
8. Pavlenkovich S.S. Physical Fitness Monitoring: an Educational and Methodological Guide. Saratov, 2019. 51 p. (in Russ.).
9. On the Comprehensive Assessment of Children's Health (together with the "Instructions for the Comprehensive Assessment of Children's Health"): Order of the Ministry of Health of the Russian Federation № 621 dated December 30, 2003 (in Russ.).
10. Sonkin V.D., Tambovtseva R.V. Development of Muscle Energy and Performance in Ontogenesis. Moscow: LIBROKOM Book House, 2011. 368 p. (in Russ.).
11. Krivolapchuk I.A., Chernova M.B., Kesel S.A. et al. Morphofunctional and motor development of 4-5 year old children with different physical activity in a preschool educational institution. *Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education*, 2022, no. 5(59), pp. 304-319 (in Russ.).
12. Lammers A.E., Hislop A.A., Flynn Y., Haworth S.G. The 6-minute walk test: normal values for children of 4-11 years of age. *Archives of Disease in Childhood*, 2008, no. 93(6), pp. 464-468.
13. Sachkovskaya V.V. Morphofunctional Features of Preschool Children. Scientific Potential of Youth –the Future of Belarus: Materials of the XIII International Youth Scientific and Practical Conference. Minsk: Polessu, 2019. pp. 55-57 (in Russ.).
14. Honrubia-Montesinos C., Gil-Madrona P., Losada-Puente L. Motor Development among Spanish Preschool Children. *Children*, 2021, no. 8 (41), p. 13.
15. Gavrilova M.N., Chichinina E.A., Yakushina Ya.A. Assessment of Motor Development in Preschool Age: A Review of Assessment Tools. *Russian Psychological Journal*, 2023, no. 20(4), pp. 293-314 (in Russ.).
16. Aldibekova G., Abdrakhmanova S., Lim L., Panaviene V., Starosvetova E. Assessment of physical development of preschool children of the republic of Kazakhstan and retrospective analysis over the last 50 years. *Georgian Medical News*, 2021, no. 319, pp. 45-51.
17. Karpovich N.V., Grekova N.A., Polyanskaya Yu.N. Physical Development and Features of the Daily Routine of Modern Preschoolers. *Health and Environment*, 2023, no. 33, pp. 75-81 (in Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Валентин Дмитриевич Сонькин – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории физиологии развития и физической культуры обучающихся ФГБНУ «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка», Москва, e-mail: sonkin@mail.ru.
Илья Дмитриевич Коняев – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории физиологии развития и физической культуры обучающихся ФГБНУ «Институт развития, здоровья и адаптации ребенка», Москва, e-mail: ilya.konyaev@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Valentin D. Son'kin – Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Laboratory of Developmental Physiology and Physical Culture, Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow, e-mail: sonkin@mail.ru.
Ilya D. Konyaev – Candidate of Biological Sciences, Researcher of the Laboratory of Developmental Physiology and Physical Culture, Institute of Child Development, Health and Adaptation, Moscow, e-mail: ilya.konyaev@mail.ru.

Для цитирования: Сонькин, В.Д. Физическое развитие и двигательная подготовленность детей 5-6 лет Архангельской, Московской и Пензенской областей России / В.Д. Сонькин, И.Д. Коняев // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_21

For citation: Son'kin V.D., Konyaev I.D. Physical development and motor fitness of children aged 5-6 years old in the Arkhangelsk, Moscow and Penza Regions of Russia. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_21

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_22
УДК 612.821.8

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_22
UDC 612.821.8

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОДНОКРАТНОЙ АУДИОВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗРИТЕЛЬНОЙ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ

Р.Р. Талыбова, Я.В. Голуб
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Занятия физической культурой сопряжены с включением когнитивных функций коры головного мозга. Однако постоянная учеба, ежедневный стресс, бессонница, утомление могут приводить к снижению когнитивных функций коры головного мозга у студентов на занятиях по физической культуре. Целью исследования было изучение влияния однократной аудиовизуальной стимуляции на когнитивные функции коры головного мозга у студентов в рамках занятий по физической культуре. ***Методы.*** В исследовании применялся тест «Объем зрительного восприятия», оценивающий охват поля зрения, количество ошибок с временем прохождения задания. После задания студентам основной группы применялся прибор аудиовизуальной стимуляции для коррекции когнитивных функций головного мозга. ***Результаты.*** В работе представлены результаты исследования 117 студенток контрольной (n=59) и основной (n=58) групп на занятиях по физической культуре. ***Заключение.*** Обнаружено, что после аудиовизуальной стимуляции у участников основной группы (n=58) улучшились показатели в тесте «Объем зрительного восприятия» по сравнению с контрольной группой (n=59).
Ключевые слова: когнитивные функции головного мозга, однократная аудиовизуальная стимуляция, объем зрительного восприятия, охват поля зрения, кратковременная зрительная рабочая память, коррекция.

THE EFFECT OF A SINGLE AUDIOVISUAL STIMULATION ON VISUAL WORKING MEMORY INDICATORS

R.R. Talybova, Ya.V. Golub
Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, Saint Petersburg, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Physical education is associated with the activation of cognitive functions of the cerebral cortex. However, constant study, daily stress, insomnia, and fatigue can lead to a decrease in the cognitive functions of the cerebral cortex in students during physical education classes. The aim of the study was to examine the effect of a single audiovisual stimulation on the cognitive functions of the cerebral cortex in students during physical education classes. ***Methods.*** The study used the visual perception volume test, which evaluates the coverage of the visual field, the number of mistakes with the time of completing the task. After the assignment, an audiovisual stimulation device was used for the students of the main group to correct the cognitive functions of the brain. ***Results.*** The paper presents the results of a study of 117 female students of the control (n=59) and main (n=58) groups in physical education classes. ***Conclusion.*** It was found that after audiovisual stimulation, the participants in the main group (n=58) had improved visual perception volume test scores compared to the control group (n=59).
Keywords: cognitive functions of the brain, single audiovisual stimulation, visual perception volume, visual field coverage, short-term visual working memory, correction.

Введение. Занятия физической культурой проходят в быстро меняющихся условиях среды, когда студентам необходимо своевременно включать когнитивные функции коры головного мозга в нестандартных ситуациях. Однако постоянная учеба, ежедневный стресс, бессонница, утомление нередко становятся ограничивающими факторами своевременного включения. В этой связи необходим поиск оптимальных физиологических методов, способствующих восстановлению согласованной работы когнитивных функций коры головного мозга, например, посредством одновременного визуального ввода [1].

Так, недавнее появление метода хронической регистрации активности нейронов с разрешением в одну ячейку обнаружило,

что функционирование нейронной популяции может изменяться под действием непрерывного ремоделирования несмотря на стабильные условия поведенческих реакций. Данные изменения относятся к внутренней пластичности в связи с фундаментальной особенностью коры головного мозга, включая зрительную, слуховую, а также моторные и подкорковые области. Исходя из этого, пластичность нейронов, вызванная действием внешних сигналов, функционирует согласованно с внутренними формами пластичности [2, 3].

Известно, что у людей мнемонические представления прошлого влияют на интеграцию будущих сенсорных сигналов, представляющих в общем виде прогностическое кодирование. В частности, использование парадигмы oddball помогает выявлять прогностические закономерности по звуковым измерениям, включая громкость, пространственное расположение, длительность, тембр и высоту звука [4]. Однако использование данной парадигмы не может дать точных указаний на то, какие возможные критерии будут объединены на поздних этапах обработки внешней информации с целью интегрированного восприятия на уровне объекта [5, 6].

На сегодняшний день эффективным методом замены сенсорного восприятия реального мира можно считать прибор аудиовизуальной стимуляции (АВС). Основу аудиовизуальной стимуляции составляет образование условно-рефлекторной временной связи в головном мозге по механизму ситуационных условных рефлексов П.С. Купалова [7].

Ситуационные рефлексы П.С. Купалова включают уменьшение условных и безусловных рефлексов в ответ на выключенный свет. При этом увеличение рефлексов регистрируется только при определенном звуковом фоне и ярком освещении. В данном случае условный раздражитель подготавливает кору больших полушарий к различным ситуациям среды путем изменения ее тонуса. Таким образом, происходит саморегуляция деятельности головного мозга за счет изменения функционального состояния. Этот же принцип применим и для аудиовизуальной стимуляции [8].

Стоит отметить, что АВС включает аудиовизуальное вовлечение, в котором частотные компоненты имеют силу для возбуждения таламуса с неокортексом. Так, нервные импульсы, идущие от сетчатки и третьих нейронов слуховой петли, передают вызванные потенциалы (ВП) в таламус промежуточного мозга [9].

От таламуса электрическая активность распределяется в кору головного мозга через кортикольно-таламическую область. Последующие мультисенсорные эффекты АВС проявляются во фронтальных и соматосенсорных областях головного мозга. В результате происходит увеличение функционирования когнитивных функций коры головного мозга, необходимых в условиях мультизадачности [10].

Цель исследования – оценить эффективность воздействия однократной АВС на прохождение теста «Объем зрительного восприятия».

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие студенты-девушки очного обучения контрольной (n=59) и основной (n=58) групп после подписания информированного добровольного согласия. Возраст участников исследования был в диапазоне от 19 до 20 лет. Исследование проводилось на занятиях по физической культуре.

Тест «Объем зрительного восприятия» проводился в программе «Сигвет» для оценки кратковременной зрительной рабочей памяти. Во время прохождения данного теста на экране монитора слева и справа было представлено 2 поля. На правом поле необходимо было запомнить последовательность квадратов в течение 1 с и повторить данную последовательность на левом поле. Количество серий – 20.

После теста участникам давалось 10 минут до начала повторного прохождения задания. При этом участникам основной группы (n=58) применялась однократная АВС с помощью прибора «ЛИНГВОСТИМ» РЕЛАКС2 (Россия, г. Санкт-Петербург). Данная сессия включала поличастотную визуальную стимуляцию в альфа- (8-11 Гц) и бета-диапазонах (18-30 Гц). После прохождения аудиовизуальной стимуляции участники основной группы описывали

свои ощущения и заново проходили тест вместе с участниками контрольной группы (n=59), которым не применялась АВС.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программного обеспечения Statgraphics Centurion 18 с использованием параметрического t-критерия Стьюдента и непараметрического U-критерия Манна-Уитни (Вилкоксона). Расчет осуществлялся с помощью среднего арифметического со стандартным отклонением (M±σ). Результаты считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. По данным, приведенным в таблице, видно, что контрольная группа (n=59) быстрее справлялась с тестом по сравнению с основной группой (n=58).

Таблица

Показатели объема зрительного восприятия у девушек контрольной и основной групп, M±σ

Тест		Этап	Контрольная (n=59)	Основная (n=58)	P<
«Объем зрительного восприятия»	Охват, %	До	84,8±0,5	82,5±0,4	0,001
		После	82,1±0,4	85,4±0,4	0,001
	Количество ошибок	До	7,87±0,26	9,1±0,3	0,001
		После	9,0±0,3	7,24±0,25	0,001
	Время выполнения, с	До	66,7±0,5	67,5±0,4	–
		После	69,2±0,4	65,2±0,4	0,001

В частности, показатели в охвате поля зрения у участников основной группы были на 3% (p<0,001) меньше по сравнению с контрольной группой (n=59). Вместе с охватом поля зрения участники основной группы (n=58) демонстрировали большее количество ошибок на 16% (p<0,001) по сравнению с контрольной группой.

В отличие от охвата поля зрения и количество ошибок результаты во времени прохождения задания достоверно не различаются между участниками исследования. Так, основная группа (n=58) на 1,1% (p>0,05) справляется дольше с тестом по сравнению с контрольной группой (n=59).

На этапе основного эксперимента можно обратить внимание на статистически значимое изменение показателей в тесте у участников основной группы (n=58), для которых применялась АВС.

В частности, после АВС в основной группе (n=58) увеличивается охват поля зрения на 4% (p<0,001) по сравнению с контрольной группой (n=59). При этом уменьшается количество ошибок на 20% (p<0,001) вместе с временем выполнения задания на 6% (p<0,001).

Заключение. После однократной АВС у участников основной группы (n=58) улучшились основные показатели в тесте «Объем зрительного восприятия» по сравнению с контрольной группой (n=59). В частности, увеличился охват поля зрения, уменьшилось количество ошибок вместе с временем выполнения задания. Таким образом, однократная АВС способствует увеличению зрительной рабочей памяти, которая позволяет удерживать информацию об объектах в течение короткого промежутка времени.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Learning-induced biases in the ongoing dynamics of sensory representations predict stimulus generalization / D.F. Aschauer, J-B. Eppler, L. Ewig [et al.] // J CellPress. – 2022. – Vol. 38(6). – P. 1-16. DOI: 10.1016/j.celrep.2022.110340.

2. Альбертин, С.В. Интегративные функции кортико-стрио-таламо-кортикальной системы мозга / С.В. Альбертин // Успехи физиологических наук. – 2021. – Т. 52. – № 4. – С. 54-71. DOI: 10.31857/S0301179821040032. [In English] Albertin S.V. The Integrative Functions of Brain Cortical-Striatal-Thalamic-Cortical System.

Uspekhi fiziologicheskikh nauk, 2021, vol. 52, no. 4, pp. 54-71. DOI: 10.31857/S030117982 1040032. (in Russ.)
3. Auditory oddball responses in Tursiops truncatus / M.D. Schalles, J. Mulsow, D.S. Houser [et al.] // J JASA Express Lett. – 2021. – Vol. 1(8). – P. 146-155. DOI: 10.1121/10.0005991.
4. Comprehensive auditory discrimination profiles recorded with a fast parametric musical multi-feature mismatch negativity paradigm / P. Vuust, L. Liikala, R. Näätänen [et al.] // J Clin Neurophysiol. – 2016. – Vol. 127(4). – P. 2065-2077. DOI: 10.1016/j.clinph.2015.11.009.
5. Investigating the role of auditory and visual sensory inputs for inducing relaxation during virtual reality stimulation / A.C. Naef, M-M. Jeitziner, S.E. Knobel [et al.] // J Scientific Reports. – 2022. – Vol. 12(1). – P. 1-11. DOI: 10.1038/ s41598-022-21575-9.
6. Dynamic Reorganization of Neuronal Activity Patterns in Parietal Cortex / L.N. Driscoll, N.L. Pettit, M. Minderer [et al.] // J CellPress. – 2017. – Vol. 170(5). – P. 986-999. DOI: 10.1016/j.cell. 2017.07.021.
7. Evoked Potentials of the Midbrain Associated with the Beginning and End of a Sound of a Simple Tone / A.O. Kantserova, L.B. Oknina, D.I. Pitskhe-lauri [et al.] // J Hum Physiol. – 2022. – Vol. 48. – P. 229-236. DOI: 10.1134/S0362119722030082.
8. Skerritt-Davis, B. Neural Encoding of Auditory Statistics / B. Skerritt-Davis, M. Elhilali // J Neurosci. – 2021. – Vol. 41(31). – P. 6726-6739. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1887-20.2021.
9. Audio-visual experience strengthens multi-sensory assemblies in adult mouse visual cortex / T. Knöpfel, Y. Sweeney, C.I. Radulescu [et al.] // J Nature Communications. – 2019. – Vol. 10(1). – P. 1-15. DOI: 10.1038/s41467-019-13607-2.
10. Родионова, Е.С. Петр Степанович Купалов – жизнь в науке. Забытый академик / Е.С. Родионова, Ю.П. Голиков, И.Н. Абдурасулова // Медицинский Академический Журнал. – 2025. – Т. 1. – № 1. – С. 115-134. DOI: 10.17816/MAJ6339 45. [In English] Rodionova E.S., Golikov Y.P., Abdurasulova I.N. Petr S. Kupalov — life in science. The forgotten academician. *Medical academic journal*, 2025, vol. 25, no. 1, pp. 115-134. DOI: 10.17816/MAJ633945. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Регина Руфатовна Талыбова – аспирант сектора физиологии спорта, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», Санкт-Петербург, e-mail: talybovaregina@gmail.com.
Ярослав Валерьевич Голуб – кандидат медицинских наук, заведующий сектором физиологии спорта, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры», Санкт-Петербург, e-mail: 6121536@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Regina R. Talybova – Postgraduate Student in the Field of Sports Physiology, Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, St. Petersburg, e-mail: talybovaregina@gmail.com.
Yaroslav V. Golub – Candidate of Medical Sciences, Head of the Sports Physiology Department, Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, St. Petersburg, e-mail: 6121536@gmail.com.

Для цитирования: Талыбова, Р.Р. Воздействие однократной аудиовизуальной стимуляции на показатели зрительной рабочей памяти / Р.Р. Талыбова, Я.В. Голуб // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_22

For citation: Talybova R.R., Golub Ya.V. The effect of a single audiovisual stimulation on visual working memory indicators. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_22

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_23
УДК 612.21

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_23
UDC 612.21

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ПАТТЕРНА И ВЕГЕТАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДОМ СЕНСОМОТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЫХАНИЕМ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФЕНОМЕНОВ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ НАРУШЕНИЙ ЭКСТРАПИРАМИДНОЙ СИСТЕМЫ

Е.П. Черноволенко, С.В. Клаучек, А.Е. Барулин
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», г. Волгоград, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Специфические перестройки дыхательного паттерна и снижение вариабельности сердечного ритма являются ранними проявлениями экстрапирамидных нарушений. Развиваются функциональные нарушения дыхания рестриктивного характера. Целесообразным является использование метода сенсомоторного управления дыханием для коррекции респираторных и вегетативных изменений. ***Методы.*** В рамках исследования были изучены 2 группы здоровых лиц: группа риска – со специфическими респираторными нарушениями, группа контроля – без респираторных нарушений. У всех участников были смоделированы условия дыхательного паттерна при экстрапирамидных нарушениях. Далее каждая группа была разделена на 2 подгруппы для сравнения эффективности двух методов коррекции измененного дыхательного паттерна – сенсомоторного управления дыханием и комплекса дыхательной гимнастики. ***Результаты.*** У лиц группы риска на фоне коррекции методом сенсомоторного управления дыханием отмечалось восстановление большинства вегетативных и дыхательных показателей, близкое к исходным значениям контрольной группы. При коррекции с помощью комплекса дыхательной гимнастики в группе контроля также наблюдалось улучшение кардиореспираторных показателей, но более медленное по сравнению с эффектом сенсомоторного управления дыханием, а в группе риска на фоне дыхательной гимнастики, как правило, восстановление было неполным и нестойким. ***Заключение.*** Результаты работы показывают высокую эффективность техники сенсомоторного управления дыханием, основанной на биологической обратной связи, в комплексной коррекции измененного дыхательного стереотипа и вегетативных параметров, характерных для экстрапирамидных нарушений.

Ключевые слова: моделирование биомеханики дыхания, экскурсия грудной клетки, вегетативная нервная система, экстрапирамидные нарушения.

FEATURES OF PHYSIOLOGICAL CORRECTION OF RESPIRATORY PATTERN AND VEGETATIVE PARAMETERS BY THE SENSORIMOTOR CONTROL OF BREATHING METHOD IN MODELING PHENOMENA SPECIFIC TO EXTRAPYRAMIDAL DISORDERS

E.P. Chernovolenko, S.V. Klauchek, A.E. Barulin
Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Specific changes in the respiratory pattern and decreased heart rate variability are early manifestations of extrapyramidal disorders. Functional respiratory disorders of a restrictive nature develop. It is advisable to use sensorimotor control of breathing to correct respiratory and autonomic changes. ***Methods.*** The study examined two groups of healthy individuals: a risk group with specific respiratory disorders and a control group without respiratory disorders. All participants were exposed to simulated breathing patterns associated with extrapyramidal disorders. Then each group was divided into two subgroups to compare the effectiveness of two methods for correcting altered breathing patterns: sensorimotor breathing control and a breathing exercise program. ***Results.*** In individuals of the risk group, correction with sensorimotor control of breathing demonstrated a recovery of most autonomic and respiratory parameters, close to the baseline values of the control group. In the control group, correction with a breathing exercise program also resulted in improvements in cardiorespiratory parameters, but at a slower rate than with sensorimotor control of breathing. In the risk group, recovery with breathing exercises was generally incomplete and unstable. ***Conclusion.*** The study results demonstrate the high efficiency of the sensorimotor control of breathing method based on biofeedback in the complex correction of altered breathing patterns and autonomic parameters characteristic of extrapyramidal disorders.

Keywords: modeling of respiratory biomechanics, chest excursion, autonomic nervous system, extrapyramidal disorders.

Введение. Одними из ранних проявлений экстрапирамидных нарушений являются специфические перестройки дыхательного паттерна и изменение вариабельности сердечного ритма (ВСР), которые имеют важное прогностическое значение [1, 2]. При этом на начальных этапах формирования экстрапирамидных нарушений достаточно длительно сохраняется возможность их функциональной коррекции. На развернутых стадиях болезни Паркинсона (БП) на фоне нарастающей гипокинезии и ригидности нарушение паттерна дыхания способствует развитию нарушения глотания, аспирационной пневмонии, смертность от которой в 45 раз выше, чем в обычной популяции [3]. Снижение ВСР нарушает толерантность к элементарным физическим нагрузкам, способствует развитию астенического синдрома [4]. На ранних стадиях респираторные изменения, с одной стороны, обусловлены нарушением регуляции дыхательного центра и последующей дискоординацией инспираторных и экспираторных мышц, с другой стороны – биомеханическими факторами (кифосколиотической деформацией позвоночника, грудной клетки и позными установками). Чаще развиваются функциональные нарушения дыхания рестриктивного характера [1, 3, 5]. Учитывая тот факт, что дыхание является адаптивным процессом, контролируемым сознанием, и способно подстраиваться под различные физиологические состояния, целесообразным является применение методик коррекции, основанных на самоконтроле собственного паттерна дыхания и сопряжения его с паттернами двигательной системы [6]. К таким способам коррекции относится метод сенсомоторного управления дыханием (СУД) на аппарате «ДиаТрек-П» (Россия) [7], эффективность которого была доказана при респираторном варианте синдрома вегетативной дистонии [8].

Цель исследования: апробация метода сенсомоторного управления дыханием (СУД) и комплекса дыхательной гимнастики (ДГ) на модели биомеханики дыхательного паттерна, характерной для ранних нарушений экстрапирамидной системы.

Методы и организация исследования. Данное исследование является следующим этапом в экспериментальном наблюдении за двумя группами здоровых лиц (согласно данным медицинской документации), у которых ранее было проведено моделирование биомеханики дыхательного паттерна и описаны специфические кардиореспираторные физиологические перестройки [9]. Для исключения влияния предыдущего этапа на эффекты последующего промежуток времени между исследованиями составил 2 недели. Эти же участники исследования были распределены на 2 группы: группа риска (ГР) – 16 мужчин и 14 женщин (n=30) (средний возраст – 51,73±6,29 год), имеющих по разработанному нами Оригинальному опроснику на выявление респираторных эквивалентов при акинетико-ригидном синдроме [10] суммарный балл по диагностическим вопросам (55,63±19,61) выше нормального значения (не более 49 баллов); группа контроля (ГК) – 30 человек, сопоставимых по демографическим параметрам, имеющих нормальный балл по диагностическим вопросам Оригинального опросника (35,65±12,93) ($p<0,001$).

В обеих группах первые три этапа исследования включали измерение исходных данных (1 этап), моделирование условий дыхательного паттерна при акинетико-ригидном синдроме (2 этап), проведение нагрузочной пробы (5 приседаний) (3 этап) [9]. Таким образом, были созданы необходимые физиологические условия для апробации коррекционных методик. ГР была разделена дополнительно на 2 подгруппы по 15 человек: $ГР_{СУД}$, где исследуемые получали сеанс коррекции дыхательного паттерна методом СУД в течение 30 минут в виде двух сессий по 15 минут с применением лечебного режима программно-аппаратного комплекса «ДиаТреК-П» (Россия), и $ГР_{ДГ}$, где исследуемые выполняли комплекс ДГ согласно Клиническим рекомендациям по ежедневной лечебной гимнастике при БП [11]. Аналогично была разделена ГК: $ГК_{СУД}$ (n=15) и $ГК_{ДГ}$ (n=15). Эффективность двух методов коррекции в подгруппах оценивалась через 10 минут (4 этап) и через 30 минут (5 этап) после процедуры.

На всех этапах исследования испытуемым проводилась оценка *вегетативных* показателей (частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), моды (Мо, с), амплитуды моды (АМо, %), вариационного размаха (Dx, с), индекса напряжения (ИН), индекса вегетативного равновесия (ИВР), показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР), вегетативного показателя ритма (ВПР) по данным кардиоинтервалографии (КИГ) («Поли-Спектр», Россия), уровня сатурации (пульсоксиметр Armed YX 300, с), экскурсии грудной клетки (в стандартном измерении и дополнительном установленном нами ориентире для оценки брюшного дыхания), показателей дыхательного цикла (частоты дыхания (ЧД), длительности дыхательного цикла (ДДЦ), фаз вдоха, выдоха, дыхательной паузы, значений инспираторного и экспираторного коэффициентов) с применением диагностического режима комплекса «ДиаТреК-П».

Статистическое оформление данных проведено в среде R версии 4.3.0 (R Core Team, 2023). Количественные показатели приведены в форме среднего значения и стандартного отклонения. Для сравнительного анализа и выявления межгрупповых отличий применялся тест Шапиро-Уилка, модифицированный критерий Манна-Уитни и тест Стьюдента. Оценка параметров в динамике проводилась с помощью теста Фридмана и метода Немени.

Результаты исследования и их обсуждение. Исходно вегетативные параметры в обеих группах не выходили за границы нормы, регистрировалось нормальное распределение кардиоинтервалов. При сравнении респираторных параметров в ГР отмечались более длительные фаза вдоха (1,49±0,34 с), дыхательная пауза (0,59±0,34 с) и в целом дыхательный цикл (4,95±0,96 с), чем в ГК (1,31±0,29 с ($p<0,05$); 0,31±0,17 ($p<0,001$); 4,29±0,79 ($p<0,01$), соответственно). Инспираторный коэффициент не отличался в группах ($p=0,51$), экспираторный в ГР был на 6,6% ниже, чем в ГК ($p<0,001$). В то же время сохранялось нормальное соотношение вдоха и выдоха в обеих группах (1:2).

На этапах создания имитационной модели измененного паттерна дыхания и последующей нагрузочной пробы в обеих группах на фоне увеличения симпатического тонуса меньшая вариабельность сердечного ритма (ВСР) отмечалась в ГР. Усиление парасимпатического контура в ГР привело к уравниванию длительности вдоха и выдоха (1:1,2), тогда как в ГК это соотношение было ближе к нормальному (1:1,6). При сравнении с исходным значением после нагрузки фаза вдоха в ГР уменьшилась только на 10,1% ($p<0,05$), а фаза выдоха – на 45,8% ($p<0,05$), что привело к закономерному росту инспираторного (на 26,8%, $p<0,05$) и снижению экспираторного (на 18,9%, $p<0,05$) коэффициентов. В то же время в ГК регистрировался адекватный респираторный ответ на нагрузочную пробу.

Далее оценивалась эффективность коррекционных методик в подгруппах ГР и ГК через 10 минут после процедур. Так, при сравнении вегетативных параметров после сеанса СУД значения ЧСС ($ГР_{СУД}$ – 74,60±4,83 уд/мин, $ГК_{СУД}$ – 75,00±5,07 уд/мин, $p=0,756$) и Мо ($ГР_{СУД}$ – 0,81±0,05 с, $ГК_{СУД}$ – 0,80±0,05 с, $p=0,708$) не отличались в подгруппах. Отличным был показатель АМо ($ГР_{СУД}$ – 39,45±3,85%, $ГК_{СУД}$ – 42,97±4,10%, $p<0,001$). При оценке других параметров КИГ, как и на предыдущем этапе, прослеживается меньшая ВСР в $ГР_{СУД}$, чем в $ГК_{СУД}$, что отражалось в меньших значениях вегетативных индексов в $ГР_{СУД}$ по сравнению с $ГК_{СУД}$, соответственно (ИН – 91,64±20,48 и 114,14±27,76, $p<0,001$; ИВР – 146,92±29,11 и 182,34±41,80, $p<0,001$; ПАПР – 48,94±4,89 и 53,83±6,79, $p<0,01$). При коррекции с помощью ДГ различия между $ГР_{ДГ}$ и $ГК_{ДГ}$ были не значимы ввиду медленного возвращения к фоновым параметрам. При оценке отсроченного эффекта от полученных процедур (через 30 минут) отличия между $ГР_{СУД}$ и $ГК_{СУД}$ стали менее значимы, чем на предыдущем этапе, тогда как между $ГР_{ДГ}$ и $ГК_{ДГ}$, наоборот, усилились, что указывает на более стойкий эффект после коррекции методом СУД.

При оценке вегетативных параметров в динамике отмечено, что сразу после коррекции с помощью СУД (через 10 минут) показатели ЧСС, Мо, АМо в $ГР_{СУД}$ и $ГК_{СУД}$

(см. выше) статистически менее отличны от фоновых значений (75,03±5,08 уд/мин, 0,80±0,05 с, 37,70±5,48%; p>0,05 для всех трех параметров в обеих группах), чем после ДГ. Так, ЧСС, Мо, АМо в $ГР_{ДГ}$ (79,90±3,94 уд/мин, 0,73±0,04 с, 40,97±4,64%, соответственно) и $ГК_{ДГ}$ (77,70±5,66 уд/мин, 0,77±0,05 с, 44,46±5,17%, соответственно) через 10 минут коррекции и исходно (см. выше) (p>0,05 для всех трех параметров в обеих группах). ИН на фоне СУД снизился в среднем на 52,3% и стал сопоставим с исходным значением, больше в ГК: в $ГР_{СУД}$ (с 91,64±20,48% до 86,95±30,66%; p<0,001) и в $ГК_{СУД}$ (со 114,14±27,76% до 113,71±37,77%; p=0,134). На фоне ДГ ИН в $ГР_{ДГ}$ и $ГК_{ДГ}$ снизился в среднем на 43,9% и больше отличался от исходного значения, чем при коррекции СУД. Аналогично изменялся показатель ИВР в группах. Вегетативные сдвиги в группах сохранялись и спустя 30 минут отдыха. Так, метод СУД в большей степени, чем ДГ, способствует уменьшению парасимпатического тонуса.

Восстановление дыхательного паттерна также лучше протекало в обеих подгруппах на фоне коррекции методом СУД ($ГР_{СУД}$ и $ГК_{СУД}$), чем на фоне ДГ ($ГР_{ДГ}$ и $ГК_{ДГ}$). Так, через 10 минут после сеанса СУД в подгруппах зарегистрированы следующие изменения. ЧД в $ГР_{СУД}$ на 13,0% была ниже, а длительность фазы выдоха – на 10,4% больше, чем в $ГК_{СУД}$ (p<0,01; p<0,05), длительность вдоха ($ГР_{СУД}$ – 1,39±0,28, $ГК_{СУД}$ – 1,24±0,22; p<0,05) и дыхательного цикла ($ГР_{СУД}$ – 4,53±0,79, $ГК_{СУД}$ – 4,03 ± 0,47; p<0,01) отличались меньше. После ДГ ЧД ($ГР_{ДГ}$ – 16,17±2,61 в мин, $ГК_{ДГ}$ – 16,16±1,65 в мин; p=0,984), длительность вдоха ($ГР_{ДГ}$ – 1,34±0,34 с, $ГК_{ДГ}$ – 1,23±0,17 с; p=0,114), выдоха ($ГР_{ДГ}$ – 2,32±0,38 с, $ГК_{ДГ}$ – 2,35±0,28 с; p=0,758) и ДЦ ($ГР_{ДГ}$ – 4,10±0,75 с, $ГК_{ДГ}$ – 3,87±0,42 с; p=0,158) значимо не отличались. Инспираторный коэффициент не отличался как после СУД (p=0,857), так и после ДГ (p=0,482); экспираторный коэффициент после СУД также не отличался (p=0,822), а после ДГ остался ниже в $ГР_{ДГ}$ на 6,1% (p<0,001). Такая перестройка паттерна дыхания на фоне СУД привела к нормальному соотношению вдоха и выдоха в $ГР_{СУД}$ (1:2). После ДГ в $ГР_{ДГ}$ соотношение вдоха и выдоха составило 1:1,6, что было отлично от такового показателя в $ГР_{СУД}$ (p<0,01). Спустя 30 минут после коррекции СУД $ГР_{СУД}$ и $ГР_{СУД}$ были сопоставимы по всем дыхательным параметрам: ЧД – 13,68±3,22 в мин, 14,58±1,50 в мин (p=0,169), ДДЦ – 4,50±0,94 с, 4,20±0,41 с (p=0,109), вдох – 1,32±0,32 с, 1,26±0,28 с (p=0,454), выдох – 2,73±0,60 с, 2,59±0,28 с (p=0,637), соответственно. Соотношение вдоха и выдоха в обеих группах становится 1:2,1, что говорит о пролонгации полученного эффекта от СУД. После ДГ основные дыхательные параметры между $ГР_{ДГ}$ и $ГК_{ДГ}$ отличались: ДДЦ (4,65±1,03 с, 4,05±0,46 с, p<0,01), вдох (1,48±0,34 с, 1,27±0,17 с, p<0,01) и выдох (2,75±0,53 с, 2,42±0,27 с, p<0,001), соответственно. Соотношение вдоха и выдоха в подгруппах было 1:1,7, что менее физиологично, чем после СУД.

При сравнении показателей экскурсии грудной клетки на фоне коррекции методом СУД через 10 и 30 минут в нижнем измерении значения были сопоставимы (p=0,583; p=0,803, соответственно). В верхнем измерении через 10 минут экскурсия в $ГР_{СУД}$ была на 17,7% ниже, чем в $ГК_{СУД}$, а через 30 минут разница составила 6,4%, что статистически уже было не значимо (p=0,368). Через 10 и 30 минут после ДГ экскурсия грудной клетки сохранялась ниже в $ГР_{ДГ}$, чем в $ГК_{ДГ}$ как в верхнем измерении (в среднем на 23,1% (p<0,05)), так и в нижнем (в среднем на 20,1% (p<0,05)).

Анализ показателей паттерна дыхания в динамике определил более значимое восстановление основных параметров при коррекции методом СУД сразу после процедуры и с сохранением эффекта спустя 30 минут. Отмечено, что полученные результаты в $ГР_{СУД}$ через 30 минут коррекции были сопоставимы с исходными значениями $ГК_{СУД}$, что говорит о перестройке дыхательного паттерна, соответствующего здоровому человеку. Наиболее значимым в $ГР_{СУД}$ было уменьшение доли вдоха и увеличение доли выдоха в структуре ДЦ, тогда как в $ГР_{ДГ}$ длительность вдоха наоборот увеличилась, а фаза выдоха уменьшилась, в итоге дыхательные параметры на фоне ДГ вернулись больше к собственным фоновым значениям до коррекции (рис. А, Б).

Коррекция СУД способствовала большему увеличению экскурсии грудной клетки в нижнем измерении, тогда как на фоне ДГ изменения были менее значимыми (рис. В, Г).

В контрольной группе оба метода коррекции (СУД и ДГ) способствовали полноценному восстановлению респираторных показателей с последующим сохранением эффекта (рис. А-Г).

Показатели сатурации не выходили за границы нормы во всех исследуемых группах, что указывает на отсутствие нарушений газообменной функции легких.

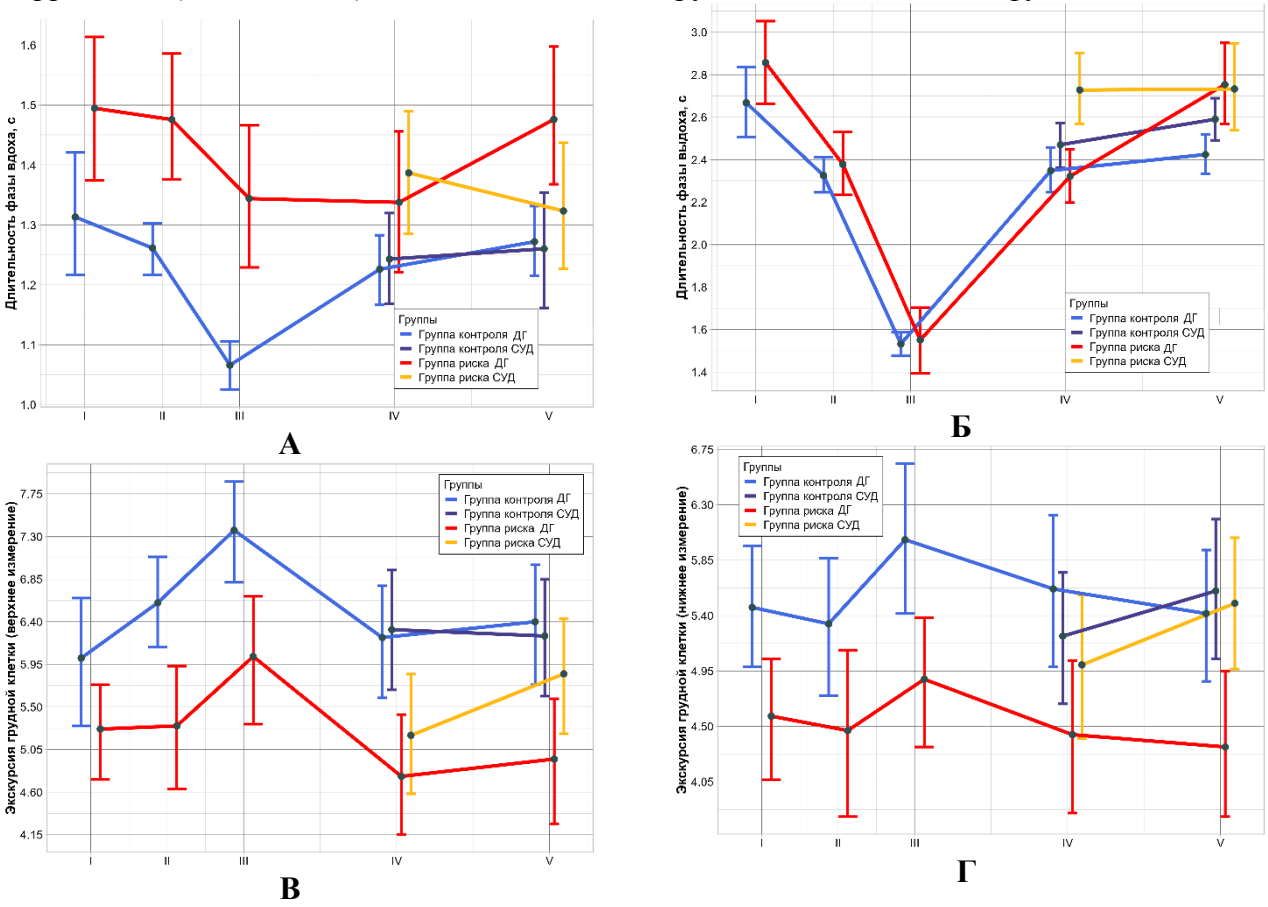


Рис. Динамика дыхательных параметров (среднее и 95%-доверительный интервал для среднего) в группе риска и группе контроля при коррекции разными способами

Примечание: I – исходные данные; II – реализация физиологической модели; III – проба с физической нагрузкой; IV – проведение курса коррекции методом СУД/СВ (через 10 минут); V – проведение курса коррекции методом СУД/СВ (через 30 минут); ДГ – комплекс дыхательной гимнастики; СУД – метод сенсомоторного управления дыханием.

Заключение. Результаты данной работы показывают высокую эффективность техники СУД, основанной на биологической обратной связи, в коррекции измененного дыхательного стереотипа, характерного для экстрапирамидных нарушений. Эффекты метода СУД значимо превосходят таковые на фоне коррекции комплексом ДГ. Восстановление параметров дыхания происходит в течение 10 минут после процедуры воздействия с дальнейшим сохранением эффекта. Подтверждением эффективности СУД является также стабилизация вегетативных функций в виде снижения выраженности влияния парасимпатического контура на созданной модели ограничения экскурсии грудной клетки. Таким образом, метод СУД может быть применен в комплексной коррекции функциональных изменений кардиореспираторной системы при экстрапирамидном синдроме.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yackle K. Transformation of our understanding of breathing control by molecular tools / K. Yackle // Annu Rev Physiol. – 2023. – Vol. 85. – P. 93-113. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9918693/ (дата обращения: 30.09.2025)
2. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease: relation with dysautonomia / M. Sampath, G. Bade, V. Goyal [et al.] // Ann Indian Acad Neurol. – 2022. – Vol. 25(4). – P. 683-687. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9540937/ (дата обращения: 30.09.2025)
3. Respiratory disorders of Parkinson's disease / Y.C. Aquino, L.M. Cabral, N.C. Miranda [et al.] // J Neurophysiol. – 2022. – Vol. 127(1). – P. 1-15. – URL: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00363.2021?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org (дата обращения: 30.09.2025)
4. Unusual motor and non-motor symptoms and signs in the early stage of Parkinson's disease / H.A. Teive, Filho D.C. Bertucci, R.P. Munhoz // Arq Neuropsiquiatr. – 2016. – Vol. 74(10). – P. 781-784. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27759801/ (дата обращения: 30.09.2025)
5. Барулин, А.Е. Биомеханика и боль у молодых / А.Е. Барулин, О.В. Курушина, Е.П. Черноволенко // Российский журнал боли. – 2022. – Т. 20(1). – С. 5-11. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48038106_86864144.pdf (дата обращения: 30.09.2025)
6. Effects of BFB-therapy on respiratory dysfunction and asthenia in patients with Parkinson’s disease / O.V. Kurushina, A.E. Barulin, S.M. Karpov, E.P. Chernovolenko // Medical News of North Caucasus. – 2019. – Vol. 14 (3). – P. 500-502. – URL: https://medvestnik.stgmu.ru/files/articles/924.pdf (дата обращения: 30.09.2025)
7. Черноволенко Е.П. Способ коррекции дыхательных нарушений при болезни Паркинсона с применением методики сенсомоторного управления дыханием / Е.П. Черноволенко, А.Е. Барулин // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620137, 23.01.2020. Заявка № 2019621716 от 08.10.2019.
8. Барулин, А.Е. Психофизиологическое обоснование применения метода сенсомоторного управления дыханием для коррекции дыхательной дисфункции при синдроме вегетативной дистонии: дисс... канд. мед. наук / Александр Евгеньевич Барулин. – Волгоград, 2004. – 126 с.
9. Черноволенко, Е.П. Имитационная модель биомеханики дыхательного паттерна при акинетико-ригидном синдроме / Е.П. Черноволенко // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т.9. – № 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_18.
10.Черноволенко, Е.П. Разработка метода диагностики дыхательных нарушений на ранних стадиях болезни Паркинсона. Сборник «Болезнь Паркинсона и расстройства движений». Руководство для врачей по материалам IV Национального конгресса по болезни Паркинсона и расстройствам движений (с международным участием) / Е.П. Черноволенко / под редакцией С.Н. Иллариошкина, О.С. Левина. – Москва. 2017. – С. 359-360.
11. Методические рекомендации по ежедневной физической гимнастике для пациентов с болезнью Паркинсона. Верс. 2.0. Ассоциация развития реабилитации, физиотерапии и абилитации (АРРФА). – 2022. – 64 с.

REFERENCES

1. Yackle K. Transformation of our understanding of breathing control by molecular tools. *Annu Rev Physiol*, 2023, vol. 85, pp. 93-113. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9918693/ (accessed 30.09.2025)
2. Sampath M., Bade G., Goyal V., Srivastava A.K., Jaryal A.K., Deepak K.K., Talwar A. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease: relation with dysautonomia. *Ann Indian Acad Neurol*, 2022, Vol. 25(4), pp. 683-687. Available at: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9540937/ (accessed 30.09.2025)
3. Aquino Y.C., Cabral L.M., Miranda N.C. et al. Respiratory disorders of Parkinson's disease. *J Neurophysiol*, 2022, vol. 127(1), pp. 1-15. Available at: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00363.2021?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org (accessed 30.09.2025)
4. Teive H.A., Bertucci D.C. Filho, Munhoz R.P. Unusual motor and non-motor symptoms and signs in the early stage of Parkinson's disease. *Arq Neuropsiquiatr*, 2016, vol. 74(10), pp. 781-784. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27759801/ (accessed 30.09.2025)
5. Barulin A.E., Kurushina O.V., Chernovolenko E.P. Biomechanics and pain in young people. *Russian journal of pain*, 2022, vol. 20(1), pp. 5-11. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48038106_86864144.pdf (accessed 30.09.2025) (in Russ.)
6. Kurushina O.V., Barulin A.E., Karpov S.M., Chernovolenko E.P. Effects of BFB-therapy on respiratory dysfunction and asthenia in patients with Parkinson’s disease. *Medical News of North Caucasus*, 2019, vol. 14 (3), pp. 500-502. Available at: https://medvestnik.stgmu.ru/files/articles/924.pdf (accessed 30.09.2025)
7. Chernovolenko E.P., Barulin A.E. A method of correcting respiratory disorders in Parkinson's

disease using a sensor-motor breathing control method. Certificate for database registration, RU 2020620137, 23.01.2020. (in Russ.)
8. Barulin A.E. Psychophysiological substantiation of the sensorimotor control method of breathing use for the correction of respiratory dysfunction in dysautonomia: an author's dissertation. Volgograd, 2004. 126 p. (in Russ.)
9. Chernovolenko E.P. Simulation model of the respiratory pattern biomechanics in akinetic-rigid syndrome. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_18 (in Russ.)
10.Chernovolenko E.P. Development of a method for diagnosing respiratory disorders in the early stages of Parkinson's disease. Collection "Parkinson's disease and movement disorders". Guide for doctors based on the materials of the IV National Congress on Parkinson's Disease and Movement Disorders (with International Participation). Illarioshkin S.N., Levin O.S., ed. Moscow, 2017. pp. 359-360. (in Russ.)
11. Guidelines for daily physical exercise for patients with Parkinson's disease. Ver. 2.0. Association for the Development of Rehabilitation, Physiotherapy, and Habilitation (ADRPH). 2022. p. 64. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Елена Павловна Черноволенко – ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии, медицинской генетики, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, e-mail: chernovolenkoe87@mail.ru.
Сергей Всеволодович Клаучек – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, e-mail: s.v.klauchek@yandex.ru.
Александр Евгеньевич Барулин – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, e-mail: barulin23@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Elena P. Chernovolenko – Assistant of the Department of Neurology, Neurosurgery and Medical Genetics, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: chernovolenkoe87@mail.ru.
Sergej V. Klauchek – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: s.v.klauchek@yandex.ru.
Aleksandr E. Barulin – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Neurology, Psychiatry, Manual Medicine and Medical Rehabilitation, Institute of Continuous Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: barulin23@mail.ru

Для цитирования: Черноволенко, Е.П. Особенности физиологической коррекции дыхательного паттерна и вегетативных параметров методом сенсомоторного управления дыханием при моделировании феноменов, характерных для нарушений экстрапирамидной системы / Е.П. Черноволенко, С.В. Клаучек, А.Е. Барулин // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_23

For citation: Chernovolenko E.P., Klauchek S.V., Barulin A.E. Features of physiological correction of respiratory pattern and vegetative parameters by the sensorimotor control of breathing method in modeling phenomena specific to extrapyramidal disorders. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_23

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_24
УДК 159.922

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_24
UDC 159.922

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТУДЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА КОНСТИТУЦИИ

Е.В. Климова[1], С.М. Суботялова[2], А.П. Козлова[2], М.А. Суботялов[2,3]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск, Россия
[3]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В последние годы отмечается снижение уровня здоровья молодежи, включая студентов вузов, связанное с малоподвижным образом жизни и высокой учебной нагрузкой. Особое внимание требует изучение психофизиологических особенностей студентов в зависимости от типа конституции. ***Методы.*** В работе оценивали следующие показатели: время простой двигательной реакции, скорость переключения внимания, реакция на движущийся объект, корректурная проба. Для определения типа конституции был использован индекс Пинье. ***Результаты.*** У студентов с астеническим и нормостеническим типами конституции преобладали процессы возбуждения над торможением, в связи с чем они продемонстрировали более высокую стабильность реагирования, стабильность двигательных действий и скорость переключения внимания по сравнению с юношами гиперстенического типа. ***Заключение.*** Полученные данные позволили сформировать индивидуально-типологический «портрет», позволяющий охарактеризовать психофизиологические особенности юношей каждого типа конституции.

Ключевые слова: индивидуально-типологический «портрет», тип конституции, соматотип, психофизиологические показатели, здоровье студентов, вуз, образование, внимание, педагогическая физиология.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF STUDENTS OF A TRANSPORT UNIVERSITY DEPENDING ON THE TYPE OF BODY CONSTITUTION

E.V. Klimova[1], S.M. Subotyalova[2], A.P. Kozlova[2], M.A. Subotyalov[2,3]
[1]Siberian Transport University, Novosibirsk, Russia
[2]Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia
[3]Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** In recent years, there has been a decline in the health of young people, including university students, due to a sedentary lifestyle and high academic workload. Particular attention is required to study the psychophysiological characteristics of students depending on their somatotype. ***Methods.*** The following parameters were assessed in the study: simple motor reaction time, speed of attention switching, reaction to a moving object, and the Bourdon test. The Pignet index was used to identify the somatotype. ***Results.*** Students with asthenic and normosthenic somatotypes showed a predominance of excitation processes over inhibition, therefore they demonstrated higher stability of reaction, stability of motor actions, and speed of attention switching compared to young men with the hypersthenic type. ***Conclusion.*** The obtained data made it possible to form an individual and typological "portrait" characterizing the psychophysiological characteristics of young men of each somatotype.

Keywords: individual and typological "portrait", type of body constitution, somatotype, psychophysiological indicators, students' health, university, education, attention, pedagogical physiology.

Введение. В последнее время актуальна проблема снижения уровня здоровья подрастающего поколения, которое происходит не только в период обучения в школе, но и в процессе получения высшего образования [1-3]. По данным различных авторов,

прослеживается высокая распространенность функциональных нарушений [4] и хронических заболеваний ведущих систем организма [5, 6].

Обучение в университете – важный этап психосоциального и физического развития, в ходе которого всегда есть риски и опасности для физических и психофизиологических потенциалов организма. На сегодняшний день существует немало исследований, демонстрирующих факторы, оказывающие влияние на физическое и психологическое благополучие студентов в динамике. Так, отмечается ухудшение показателей физического развития и подготовленности, а также рост психофункциональных расстройств при наличии следующих факторов в жизни студента: малоподвижный образ жизни, значительная общая учебная нагрузка, большой объем, новизна и сложность учебного материала, завышенные требования к возможностям организма [7-9].

Личностные особенности человека формируются в онтогенезе под влиянием условий жизни. В то же время они базируются на типологических характеристиках нервной системы и играют важную роль для психического здоровья человека. Знание особенностей личности, того, как отдельные черты зависят от совокупности врожденных параметров нервной системы и условий среды, позволяет избегать пагубных последствий и достигать эффективной реализации возможностей личности и сохранения ее здоровья [10-12].

Ключевым ресурсом и эффективным способом поддержания психологического здоровья являются всесторонние и глубокие знания личности о самой себе. Особую роль эти знания играют в процессе адаптации к новым условиям. Нарушение данного процесса у студентов-первокурсников может привести к неудовлетворенности учебным процессом, снижению психических функций (внимание, память и прочие), физическим нарушениям (снижение работоспособности, проблемы со здоровьем). Все это не может способствовать качественной адаптации студента к новому формату обучения, а значит и получению компетенций, важных для будущего специалиста [13-15].

Требования, предъявляемые к психофизической пригодности специалистов, зависят от специфики отрасли и темпа ее развития. Так, транспортная сфера отличается стремительным ростом скорости передвижения транспортных средств, возрастанием объемов обрабатываемой информации, усложнением технических конструкций машин и механизмов, а также централизованным управлением через диспетчерские системы и появлением новых моделей взаимодействия между человеком и подвижным транспортным средством.

Таким образом, профессиональная компетентность специалиста представляет из себя интегративное качество, обусловленное комплексом психологических, физиологических и соматических параметров, которые в совокупности с профильными знаниями, умениями и навыками формируют необходимую и достаточную базу для эффективного выполнения профессиональных функций. В контексте транспортной отрасли одной из основополагающих детерминант профессиональной пригодности выступает эмоциональная устойчивость, которая обеспечивает адекватную и динамичную адаптацию сотрудника к постоянно трансформирующимся условиям как социального, так и профессионального окружения [7, 16].

Имеющиеся на сегодняшний день исследования индивидуально-типологических психофизиологических особенностей студентов мало затрагивают изучение студентов в условиях обучения в транспортном вузе. Таким образом, цель настоящего исследования – изучение и анализ психофизиологических показателей студентов транспортного вуза в зависимости от типа их конституции.

Методы и организация исследования. Исследование осуществлялось на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО «СГУПС»). Выборка испытуемых включала студентов первого курса данного университета, юношей в возрастном диапазоне 18-19 лет, обучающихся по инженерным специальностям. Общая

численность выборки составила 216 участников.

Выборка студентов была систематизирована и разделена на три когортные подгруппы в соответствии с типом конституции: астенический, нормостенический и гиперстенический. Для определения соматотипов студентов использовали следующие антропометрические показатели: длина тела (ДТ), масса тела (МТ) и обхват грудной клетки (ОГК), которые измерялись в соответствии с унифицированными методологическими протоколами. В качестве дополнительного диагностического инструмента применяли индекс Пинье (ИП), разработанный М.В. Черноруцким, который рассчитывали по формуле: ИП = ДТ – (МТ + ОГК). Согласно установленным критериям, юноши с ИП свыше 30 относились к астеническому типу конституции (А), при значениях ИП в диапазоне от 10 до 30 – к нормостеническому типу (Н), а при ИП менее 10 – к гиперстеническому типу (Г). Перед началом проведения обследования у участников было получено информированное добровольное согласие.

Для оценки психофизиологического состояния студентов использовали универсальный диагностический комплекс УПДК-МК (ЗАО «Нейроком», Москва). Этот инструмент предназначен для проведения профессионального психофизиологического тестирования, а также для обследования и отбора обучающихся в образовательных учреждениях, специализирующихся на подготовке кадров для железнодорожной отрасли.

С использованием данного комплекса была выполнена оценка следующих параметров:

1) Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР);

2) Скорость переключения внимания (ПВ-2);

3) Реакция на движущийся объект (РДО);

4) Корректурная проба (КП).

Полученные данные были обработаны с применением стандартных статистических методов, включая использование t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Результаты были статистически значимыми при уровне значимости $p \leq 0,05$. Нормальность распределения подтверждали с помощью правила трех сигм.

Результаты исследования и их обсуждение. ПЗМР является интегральным показателем скорости проведения возбуждения по различным элементам рефлекторной дуги [17, 18]. Однако основную роль играет проведение возбуждения по центральным структурам, что, по мнению ряда авторов, позволяет рассматривать время ПЗМР в качестве критерия возбудимости и лабильности центральной нервной системы (ЦНС) – достаточно адекватного показателя функционального состояния нервной системы [19].

Анализ ПЗМР показал отсутствие статистически значимых различий в латентном периоде реакции между исследуемыми группами, при этом у представителей всех типов конституции наблюдались высокие значения данного показателя (менее 360 мс), что свидетельствует об отсутствии психомоторной или моторной заторможенности, инертности. При рассмотрении значения среднеквадратического отклонения времени реагирования было отмечено, что у юношей астенического и нормостенического типов конституции данный показатель был статистически значимо ниже по сравнению с аналогичным показателем представителей гиперстенического типа, что свидетельствует об их большей стабильности реагирования при выполнении задания. Вероятно, это связано с преобладанием у представителей данных типов конституции симпатических влияний в деятельности вегетативной нервной системы, деятельность которой приводит к мобилизации всех ресурсов организма. Число ошибочных нажатий было меньше у нормостеников по сравнению с астениками и гиперстениками. Число преждевременных нажатий статистически значимо не отличалось между группами (табл. 1). Полученные эмпирические данные могут указывать на более эффективный уровень функционирования центральной нервной системы у студентов с нормостеническим типом конституции. Полученные данные согласуются с литературными. Так, Пуликов А.С. с соавторами указывают, что в покое у юношей

нормостенического и астенического типов телосложения наблюдается в основном симпатический тонус, в то время как у юношей гиперстенического типа преобладают влияния парасимпатической нервной системы [20].

Анализ теста на переключение внимания позволил установить, что у юношей астенического и нормостенического типов конституции было затрачено статистически значимо меньше времени на выполнение задания по сравнению с представителями гиперстенического типа. При этом количество допущенных ошибок при выполнении данного теста статистически значимо не менялось между группами, что свидетельствует об одинаковом качестве работы исследуемых юношей.

Для определения уровня взаимоотношения процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе был использован тест РДО. При преобладании возбудительного процесса наблюдается увеличение числа преждевременных реакций, при преобладании тормозного процесса – увеличение запаздывающих реакций.

Таблица 1

Особенности психофизиологического состояния юношей в зависимости от типа конституции, M±m

Показатели	Тип конституции			Значимость различий
	А	Н	Г	
Простая зрительно-моторная реакция				
Среднеарифметическое время реагирования на сигналы, мс	252,9±6,7	253,0±4,06	248,6±3,3	–
Среднеквадратичное отклонение времени реагирования, мс	32,4±2,8	34,7±2,4	37,7±4,0	А-Г*** Н-Г***
Число ошибочных нажатий	0,04±0,01	0±0	0,09±0,03	А-Н* Н-Г**
Число преждевременных нажатий	0,2±0,01	0,3±0,1	0,3±0,1	–
Скорость переключения внимания				
Время выполнения задания, мс	40,7±1,6	42,5±1,0	49,2±1,3	А-Г*** Н-Г***
Количество ошибок	0,07±0,03	0,07±0,03	0,09±0,03	–
Реакция на движущийся объект				
Среднее время отклонения, мс	7,3±0,7	13,3±1,2	13,2±1,2	А-Н*** А-Г***
Среднеквадратичное отклонение, мс	22,3±1,5	26,7±1,1	27,9±0,8	А-Н* А-Г**
Число запаздывающих нажатий	2,8±0,1	3,1±0,1	3,1±0,2	А-Н* А-Г*
Число опережающих нажатий	3,6±0,3	3,3±0,2	2,9±0,1	А-Г* Н-Г*
Число точных нажатий	3,6±0,2	4,5±0,2	4,5±0,2	А-Н* А-Г*
Корректурная проба				
Объем внимания, знаков	1068,4±25,6	1036,06±21,1	938,1±23,4	А-Г**
Концентрация внимания, ошибок	4,5±0,2	4,0±0,2	3,5±0,3	–

Примечание: А – астенический тип; Н – нормостенический тип; Г – гиперстенический тип; различия значимы: * – при $p \leq 0,05$; ** – при $p \leq 0,01$; *** – при $p \leq 0,001$.

Среднее время, число запаздывающих и точных нажатий у юношей астенического типа было меньше и статистически значимо отличалось от аналогичных показателей юношей других типов, что может свидетельствовать о неуравновешенности нервных процессов с преобладанием силы возбуждения. Среднеквадратичное отклонение отражает стабильность двигательных действий. Согласно полученным данным, этот показатель был статистически значимо ниже у юношей астенического типа конституции по сравнению с другими типами, что подтверждает более высокую стабильность двигательных действий за счет преобладания симпатических влияний в деятельности ЦНС. Число опережающих нажатий было статистически значимо меньше у юношей-гиперстеников. Полученные данные свидетельствуют о преобладании процессов торможения у данного типа конституции в связи с доминированием парасимпатической нервной системы.

Для количественной оценки параметров концентрации и устойчивости внимания была применена корректурная проба, которая имеет прогностическое значение для оценки способности испытуемого концентрировать и удерживать свое внимание на основной задаче деятельности. Проведенный анализ объема внимания выявил статистически значимые различия между студентами гиперстенического и астенического типа конституции. Так, юноши-гиперстеники успевали просмотреть меньшее количество знаков в единицу времени по сравнению с аналогичным показателем представителей астенического типа конституции, что свидетельствует о меньшей продуктивности умственной работоспособности. Полученные результаты могут демонстрировать темп психических процессов в исследованных группах. Рассматривая концентрацию внимания по количеству допущенных ошибок при выполнении теста, можно отметить, что не было обнаружено статистически значимых отличий между группами, что свидетельствует об одинаковом уровне утомления.

Скорость реакции рассматривается как ключевой параметр, определяющий профессиональную пригодность в ряде высокоответственных и сложных видов деятельности. По этой причине исследование факторов, модифицирующих данный показатель, приобретает существенную прикладную значимость. Также латентное время сенсомоторной реакции служит индикатором функционального статуса центральной нервной системы и сенсорных анализаторов, выступая в роли психофизиологического маркера, который опосредованно отражает эффективность выполнения профессиональных задач человеком.

Полученные данные свидетельствуют о преобладании процессов возбуждения в центральной нервной системе у студентов астенического типа телосложения, в то время как у студентов гиперстенического типа наблюдается доминирование процессов торможения.

Кроме того, у студентов с гиперстеническим типом конституции были зафиксированы более низкие показатели объема внимания. Независимо от конституциональных особенностей, у всех исследуемых групп наблюдалось снижение уровня концентрации внимания. Можно выдвинуть гипотезу о том, что полученные результаты обусловлены снижением подвижности нервных процессов, что, в свою очередь, связано с проявлениями тормозных механизмов и метаболическими сдвигами, возникающими в ходе утомления центральной нервной системы. Такие нейрофизиологические изменения могут приводить к ухудшению когнитивных функций, в частности – к снижению объема и устойчивости внимания, что подтверждается статистическими различиями между группами с различными соматотипами. Данное состояние может сопровождаться снижением показателей оксигенации крови, что указывает на усиленную утилизацию кислорода клетками нервных центров в связи с возрастанием энергетических потребностей в условиях утомления. Поскольку исследование проводилось в начале первого семестра, полученные результаты могут быть связаны с высоким уровнем информационной нагрузки на центральную нервную систему у первокурсников, а также с процессом адаптации к условиям обучения в высшем учебном заведении.

Согласно полученным данным был сформирован индивидуально-типологический «портрет» (табл. 2), отражающий психофизиологические особенности юношей каждого типа конституции. Так, представители астенического и нормостенического типов конституции обладают высокой стабильностью реагирования, стабильностью двигательных действий и скоростью переключения внимания в связи с преобладанием симпатических влияний в деятельности центральной нервной системы по сравнению с юношами гиперстенического типа.

Таблица 2

Психофизиологический индивидуально-типологический «портрет» юношей в зависимости от типа конституции

Показатель	Тип конституции		
	А	Н	Г
Стабильность реагирования	Высокая	Высокая	Низкая
Стабильность двигательных действий	Высокая	Высокая	Низкая
Скорость переключения внимания	Высокая	Высокая	Низкая
Соотношение процессов возбуждения и торможения	Возбуждение	Возбуждение	Торможение

Примечание: А – астенический тип; Н – нормостенический тип; Г – гиперстенический тип.

Заключение. В результате исследования были выявлены статистически значимые психофизиологические различия у юношей 18-19 лет в зависимости от типа конституции, что позволило сформировать индивидуально-типологический «портрет», позволяющий охарактеризовать психофизиологические особенности представителей каждого типа конституции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васельцова, И.А. Логика структурирования содержания профессионально-прикладной физической подготовки студентов технических вузов / И.А. Васельцова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 12(46). – С. 7-11.
2. Маркова, А.И. Образ жизни и здоровье студентов / А.И. Маркова, А.В. Ляхович, Л.М. Медведь // Общественное здоровье и профилактика заболеваний. – 2004. – № 1. – С. 31-35.
3. Роль конституции в оценке здоровья человека / П.Г. Койносов, А.Г. Щедрина, А.П. Койносов, С.А. Орлов // Медицинская наука и образование Урала. – 2014. –Т. 15. – № 2(78). – С. 146-150.
4. Рапопорт, И.К. Системный подход к проведению врачебных профессиональных консультаций подростков и молодежи / И.К. Рапопорт // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 55-59.
5. Вайнер, Э.Н. Валеология / Э.Н. Вайнер. – М.: Флинта: Наука, 2002. – 416 с.
6. Рапопорт, И.К. Здоровье учащихся: динамика и рекомендации к позитивным изменениям. Что показывают лонгитюдные исследования школ г. Москвы / И.К. Рапопорт // Народное образование. – 2017. – № 6-7. – С. 75-80.
7. Иванов, В.Д. Коррекция психофизического состояния студентов средствами физической культуры / В.Д. Иванов, О.В. Марандыкина // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2021. – № 2. – С. 103-107.
8. Морфологические и психофизиологические показатели студентов при адаптации к обучению в ВУЗе Северного региона / В.П. Мальцев, А.А. Говорухина, О.А. Мальков, К.С. Конькова // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – № 3. – С. 62-69.
9. Якубовская, А.Р. Коррекция психофизического состояния студентов средствами физической культуры на этапе профессионального обучения / А.Р. Якубовская, Т.В. Васильева // Физическое воспитание и детско-юношеский спорт. – 2014. – № 2. – С. 60-69.
10. Рубанович, В.Б. Психофизиологическая характеристика студенток в зависимости от вида и режима физкультурно-спортивной деятельности / В.Б. Рубанович, К.М. Жомин // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2015. – Т. 1. – № 3. – С. 210-217.
11. Козлова, А.П. Психофизиологические особенности мальчиков Новосибирска в зависимости от соматотипа / А.П. Козлова, М.А.

Суботялов // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2023. – Т. 9. – № 1. – С. 131-142.
12. Суботялов, М.А. Морфофункциональные и психофизиологические особенности юношей г. Новосибирска в зависимости от типа конституции / М.А. Суботялов // Морфология. – 2020. – Т. 158. – № 4-5. – С. 87-92.
13. Шмер, В.В. Психологические особенности первокурсников различных специальностей транспортного вуза / В.В. Шмер // Динамика систем, механизмов и машин. – 2014. – № 6. – С. 173-176
14. Хицкая, В.Ю. Учет когнитивных стилей как средство адаптации студентов первого курса к обучению в вузе: монография / В.Ю. Хицкая. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2008. – 128 с.
15. Этезова, М.М. Психологическая адаптация первокурсников к условиям вузовского обучения / М.М. Этезова, Б.Б. Нагоев // Мир науки. Педагогика и психология. – 2016. – № 6. – С. 1-7.
16. Васельцова, И.А. Логика структурирования содержания профессионально-прикладной физической подготовки студентов технических вузов / И.А. Васельцова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 12(46). – С. 7-11.
17. Горшков, С.И. Методики исследования в физиологии труда / С.И. Горшков, З.М. Злина, Ю.В. Мойкин. – Москва: Медицина, 1974. – 311 с.
18. Пейсахов, Н.М. Саморегуляция и типологические свойства нервной системы / Н.М. Пейсахов. – Казань, 1974. – 251 с.
19. Особенности функционального состояния центральной нервной системы студентов в процессе учебной деятельности / Т.В. Челышкова, Н.Н. Хасанова, С.С. Гречишкина [и др.] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2008. – № 9. – С. 71-77.
20. Пуликов, А.С. Вегетативная регуляция и физическое развитие юношей коренного населения Республики Хакасия / А.С. Пуликов, О.Л. Москаленко, Е.Б. Маркович // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2015. – № 12. – С. 86-87.

REFERENCES

1. Vasel'tsova I.A. Logic of structuring the content of professionally applied physical training of students of technical universities. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2008, no. 12(46), pp. 7-11. (in Russ.)
2. Markova A.I., Lyakhovich A.V., Medved L.M. Lifestyle and health of students. *Public health and disease prevention*, 2004, no. 1, pp. 31-35. (in Russ.)
3. Kojnosov P.G., Shchedrina A.G., Koinosov A.P., Orlov S.A. The role of the constitution in the assessment of human health. *Medical science and education of Ural*, 2014, vol. 15, no. 2(78), pp. 146-150. (in Russ.)
4. Rapoport I.K. A systematic approach to conducting medical professional consultations for adolescents and youth. *Hygiene and Sanitation*, 2000, no. 1, pp. 55-59. (in Russ.)
5. Weiner E.N. Valeology. Moscow: Flint: Nauka, 2002. p. 416. (in Russ.)
6. Rapoport I.K. The health of the students: trends and recommendations for positive changes. That show a longitudinal study of schools in Moscow. *Public education*, 2017, no. 6-7, pp. 75-80. (in Russ.)
7. Ivanov V.D., Marandykina O.V. Correction of psychophysical condition of students by means of physical culture. *Physical culture. Sport. Tourism. Motor recreation*, 2021, no. 2, pp. 103-107. (in Russ.)
8. Maltsev V.P., Govorukhina A.A., Malkov O.A., Kon'kova K.S. Morphological and psychophysiological indicators of adaptation to university among students of the Northern region. *Human. Sport. Medicine*, 2022, no. 3, pp. 62-69. (in Russ.)
9. Yakubovskaya A.R., Vasil'eva T.V. Correction of the psychophysical state of students by means of physical culture at the stage of vocational training. *Physical education and youth sports*, 2014, no. 2, pp. 60-69. (in Russ.)
10. Rubanovich V.B., Zhomin K.M. The psychophysiological characteristic of the students depending on the kind and the mode of physical and sports activity. *Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology*, 2015, vol. 1, no. 3, pp. 210-217. (in Russ.)
11. Kozlova A.P., Subotyalov M.A. Psychophysiological characteristics of Novosibirsk boys depending on somatotype. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2023, vol. 9, no. 1, pp. 131-142 (in Russ.)
12. Subotyalov M.A. Morpho-functional and psychophysiological characteristics of young men of Novosibirsk depending on the type of constitution. *Morphology*, 2020, vol. 158, no. 4-5, pp. 87-92 (in Russ.)
13. Shmer V.V. Psychological features of first-year students of various specialties of a transport university. *Dynamics of systems, mechanisms and machines*, 2014, no. 6, pp. 173-176 (in Russ.)
14. Khitskaya V.Yu. Consideration of cognitive styles as a method of first-year students' adaptation to university education: a monograph. Irkutsk: Irkut. Univ., 2008. p. 128. (in Russ.)
15. Etezova M.M., Nagoev B.B. Psychological adaptation of freshmen to the conditions of high

school training. *World of Science. Pedagogy and psychology*, 2016, no. 6, pp. 1-7. (in Russ.)
16. Vasel'tsova I.A. Logic of structuring the content of professionally applied physical training of students of technical universities. *Scientific Notes of P.F. Lesgaft University*, 2008, no. 12(46), pp. 7-11. (in Russ.)
17. Gorshkov S.I., Zlina Z.M., Moikin Yu.V. Research methods in occupational physiology. Moscow: Meditsina, 1974. 311 p. (in Russ.)
18. Pejsakhov N.M. Self-regulation and typological properties of the nervous system. Kazan, 1974. 251 p. (in Russ.)
19. Chelyshkova T.V., Khasanova N.N., Grechishkina S.S. et al. Features of the functional state of the central nervous system of students in the process of educational activity. *The Bulletin of the Adyghe State University, the series "Natural-Mathematical and Technical Sciences"*, 2008, no. 9, pp. 71-77. (in Russ.)
20. Pulikov A.S., Moskalenko O.L., Markovich E.B. Autonomic regulation and physical development of the indigenous young men of the Republic of Khakassia. *Bulletin of the N.F. Katanov Khakass State University*, 2015, no. 12, pp. 86-87. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Елена Владимировна Климова – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой «Физическое воспитание и спорт», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», Новосибирск, e-mail: elklim09@mail.ru.
Софья Михайловна Суботялова – магистрант факультета физической культуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, e-mail: soffia1624@gmail.com.
Анна Павловна Козлова – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет», Новосибирск, e-mail: anna-gajdarova@yandex.ru.
Михаил Альбертович Суботялов – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, директор НИИ здоровья и безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет»; профессор кафедры фундаментальной медицины, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, e-mail: subotyalov@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Elena V. Klimova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Education and Sports, Siberian Transport University, Novosibirsk, e-mail: elklim09@mail.ru.
Sofia M. Subotyalova – Master's Student of the Faculty of Physical Culture, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: soffia1624@gmail.com.
Anna P. Kozlova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, e-mail: anna-gajdarova@yandex.ru.
Mikhail A. Subotyalov – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Director of the Research Institute of Health and Safety, Novosibirsk State Pedagogical University; Professor of the Department of Fundamental Medicine, Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, e-mail: subotyalov@yandex.ru.

Для цитирования: Психофизиологические показатели студентов транспортного вуза в зависимости от типа конституции / Е.В. Климова, С.М. Суботялова, А.П. Козлова, М.А. Суботялов // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_24

For citation: Klimova E.V., Subotyalova S.M., Kozlova A.P., Subotyalov M.A. Psychophysiological indicators of students of a transport university depending on the type of body constitution. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_24

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_25
УДК 616.06

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_25
UDC 616.06

ЭТИОПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФАРКТА ГОЛОВНОГО МОЗГА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ПЕРЕНЕСЕННОЙ КОРОНА-ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ, СРЕДИ ИНВАЛИДОВ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. МОСКВЫ

И.В. Джафарли[1], О.С. Васильев[2], М.А. Омаров[1], Е.Е. Ачкасов[2], Н.И. Медведева[3]
[1]Федеральное казенное учреждение «Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Москве» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации», г. Москва, Россия
[3]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Ишемический инсульт является одним из распространенных последствий COVID-19 и главной причиной инвалидности в России. ***Методы.*** Объем исследования: 5434 инвалида вследствие острого нарушения мозгового кровообращения, из которых отобрано 424 лица, у которых ишемический инсульт развился в течение 6 месяцев после перенесенной COVID-19, в г. Москве за 2020-2022 гг. ***Результаты.*** Частота криптогенного инсульта составила 35,1%, мультифокальных – 8,7%. Из клинических проявлений пирамидные нарушения выявлены у 80% пациентов, также высока частота вестибуло-атактического синдрома. Распространенными сопутствующими заболеваниями при инсульте, обусловленным COVID-19, являются гипертоническая болезнь, атеросклероз артерий, ожирение и сахарный диабет. ***Заключение.*** Особенностями пациентов, перенесших инфаркт мозга после COVID-19, являются преимущественное поражение каротидного бассейна, преобладание криптогенного подтипа и больший риск мультифокального поражения вещества головного мозга.
Ключевые слова: коронавирусная инфекция, COVID-19, постковидный синдром, первичная инвалидность, повторная инвалидность, ишемический инсульт.

ETIOPATHOGENETIC AND CLINICAL FEATURES OF CEREBRAL INFARCTION CAUSED BY A CORONAVIRUS INFECTION AMONG DISABLED ADULTS IN MOSCOW

I.V. Dzhafarli[1], O.S. Vasilyev[2], M.A. Omarov[1], E.E. Achkasov[2], N.I. Medvedeva[3]
[1]Main Bureau of Medical and Social Expertise, Moscow, Russia
[2]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia
[3]Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Ischemic stroke is a common consequence of COVID-19 and the leading cause of disability in Russia. ***Methods.*** Scope: 5.434 individuals with disabilities due to acute cerebrovascular accident, of whom 424 developed ischemic stroke within 6 months of COVID-19 in Moscow from 2020 to 2022. ***Results.*** The incidence of cryptogenic stroke was 35.1%, and multifocal stroke was 8.7%. Among clinical manifestations, pyramidal abnormalities were detected in 80% of patients, and vestibulo-ataxic syndrome was also high. Common comorbidities in stroke associated with COVID-19 include hypertension, atherosclerosis, obesity, and diabetes. ***Conclusion.*** Characteristics of patients who have suffered a cerebral infarction following COVID-19 include predominantly carotid system involvement, a predominance of the cryptogenic subtype, and a higher risk of multifocal brain tissue damage.
Keywords: coronavirus infection, COVID-19, post-COVID syndrome, primary disability, recurrent disability, ischemic stroke.

Введение. Согласно статистическим данным [1], в России ежегодно диагностируется 430-470 тысяч случаев инсульта. Начиная с 1990 года [2], в Российской Федерации и во всем мире инсульт является одной из ведущих причин смертности и инвалидности. Доля ишемического инсульта составляет 80% от общего числа всех инсультов [3].

Несмотря на широкое изучение влияния факторов риска, механизмов возникновения и развития ишемического инсульта и активную разработку новых стратегий лечения и реабилитации данной категории пациентов, распространенность инсульта продолжает расти. В крупном зарубежном докладе от 2023 года [4] прогнозируется, что смертность от инсульта увеличится с 6,6 миллиона смертей в 2020 году до 9,7 миллионов к 2050 году, что требует активного совершенствования в вопросах профилактики и лечения данного заболевания.

В период пандемии COVID-19, с начала 2020 г. до середины 2023 г., проблема инвалидности вследствие острых нарушений мозгового кровообращения в России приобрела еще большую актуальность, оказав значимое отрицательное влияние на динамику смертности и инвалидности в результате инсульта.

Таким образом, лидирующее положение инфаркта головного мозга в рейтинге наиболее частых причин инвалидности в Российской Федерации требует детального изучения этиопатогенетических и клинических особенностей течения инсульта у пациентов, которым установлена инвалидность вследствие инфаркта головного мозга, обусловленного COVID-19, с целью разработки мер профилактики, лечения и реабилитации данной категории инвалидов.

Цель исследования: изучить структуру первичной инвалидности взрослого населения г. Москвы за 2020-2023 гг. вследствие инфаркта головного мозга, обусловленного COVID-19, в зависимости от этиопатогенетических и клинических особенностей перенесенного инсульта, а также с учетом сопутствующих болезней.

Методы и организация исследования. Проанализирована выборка из 5434 лиц старше 18 лет, которым установлена инвалидность вследствие цереброваскулярных болезней в 2020-2023 гг. в г. Москве, с использованием Единой автоматизированной вертикально-интегрированной информационно-аналитической системы (ЕАВИИАС) по проведению медико-социальной экспертизы (МСЭ). После этого, с помощью электронной базы данных о случаях выявления COVID-19 по г. Москве из данной категории инвалидов отобрано 424 лица, составившие основную группу (группа №1) и перенесшие новую коронавирусную инфекцию не ранее, чем за 6 месяцев до выявленного ишемического инсульта. Из них, среди впервые признанных инвалидами, у 381 человека (97,2%) перенесенный COVID-19 верифицирован лабораторно, и лишь у 11 человек (2,8%) диагноз новой коронавирусной инфекции установлен на основании клинических и инструментальных обследований. В качестве контрольной группы (группа №2) исследовано 424 лица, не перенесшие COVID-19 в течение 6 месяцев до выявленного ишемического инсульта. В результате в программе MS Excel составлена таблица, содержащая данные 848 исследуемых, подошедших под вышеперечисленные критерии, с последующим анализом демографических и медико-социальных показателей. Кроме того, с целью получения медицинской информации о тяжести перенесенной COVID-19 и всех этапах проведенной реабилитации использована электронная база Единой медицинской информационно-аналитической системы (ЕМИАС).

Критерии включения в основную группу: возраст старше 18 лет; наличие инвалидности вследствие ишемического инсульта головного мозга; перенесенная коронавирусная инфекция в течение 6 месяцев до развития ишемического инсульта.

Критерии невключения в основную группу: возраст младше 18 лет; отсутствие инвалидности; наличие инвалидности вследствие других заболеваний, в том числе иных видов острых нарушений мозгового кровообращения; наличие инвалидности вследствие ишемического инсульта спинного мозга.

Критерии включения в контрольную группу: возраст старше 18 лет; наличие

инвалидности вследствие ишемического инсульта головного мозга, отсутствие в анамнезе данных о перенесенной COVID-19 в течение 6 месяцев до развития инфаркта головного мозга.

Критерии невключения в контрольную группу: возраст младше 18 лет; отсутствие инвалидности; наличие инвалидности вследствие других заболеваний, в том числе иных видов острых нарушений мозгового кровообращения; наличие инвалидности вследствие ишемического инсульта спинного мозга; перенесенная в течение 6 месяцев до выявленного инсульта коронавирусная инфекция.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием критерия Хи-квадрата.

В исследовании не раскрываются сведения, позволяющие идентифицировать личность пациентов.

Результаты исследования и их обсуждение. В г. Москве за 2020-2023 гг. общее число инвалидов вследствие инфаркта головного мозга, обусловленного новой коронавирусной инфекцией, составило 424 человека. Доля пациентов, направленных на МСЭ первично, составила 92,5% (392 человека), остальные 7,5% (32 человека) направлены с целью усиления группы инвалидности или разработки индивидуальной программы реабилитации и абилитации инвалида (ИПРА), доля лиц мужского пола составила 53,5% (227 человек), женского – 46,5% (197 человек). В контрольной группе среди впервые признанных инвалидами пациентов (423 пациента), доля мужчин составила 61,8% (262 человека), женщин – 38,2% (162 человека). Средний возраст пациентов из группы №1 составил 66,8±11,6 лет, при этом 75,5% от всех пациентов являлись лицами пожилого возраста (женщины 55 лет и старше и мужчины 60 лет и старше), доля лиц среднего возраста составила 19,6%, а молодого – 4,8%. В контрольной группе средний возраст – 66,3±11,1 лет (лица пожилого возраста также составили 75% всех пациентов этой группы, среднего – 18%, молодого – 6,8%). Из пациентов группы №1 97,2% (381 человек) имели в анамнезе выявленный в течение 6 месяцев до инсульта COVID-19, подтвержденный лабораторно, а у 2,8% (11 человек) диагноз установлен клинически и/или инструментально. Посредством компьютерной томографии, «золотого стандарта» оценки состояния легких при коронавирусной инфекции, проанализирована тяжесть перенесенной COVID-19 согласно стандартизированной системе классификации пациентов с подозрением на инфицирование коронавирусом COVID-19 (CO-RADS), который выявил, что 234 человека (59,7%) перенесли COVID-19 без пневмонии (КТ-0), 65 человек (16,6%) переболели легкой формой пневмонии (КТ-1), у 50 человек (12,8%) выявлено умеренное поражение легких (КТ-2), у 36 человек (9,2%) – пневмония средней тяжести (КТ-3), и лишь 7 человек (1,8%) пострадали от тяжелой пневмонии (КТ-4).

В результате анализа анамнестических данных инвалидов вследствие ишемического инсульта, обусловленного новой коронавирусной инфекцией, выявлено, что 86 человек (20,3%) переносили ранее инфаркт головного мозга, из сопутствующих заболеваний у 374 исследуемых (88,2%) диагностирована гипертоническая болезнь, у 220 человек (51,9%) – атеросклероз брахиоцефальных артерий, у 158 человек (37,3%) – ожирение (у 69,6% – первой степени, у 22,8% – второй степени, а у 7,6% – третьей степени, у 41,3% отмечался лишний вес, у 0,9% – дефицит массы тела и лишь у 20,5% масса тела соответствовала нормальным значениям), у 114 человек (26,9%) – сахарный диабет, у 104 человек (24,5) – нарушения ритма сердца, у 49 человек (11,6%) – постинфарктный кардиосклероз, у 43 человек (10,1%) – хроническая болезнь почек, у 37 человек (8,7%) – полиневропатия, у 29 человек (6,8%) – стенокардия напряжения, у 18 человек (4,3%) – посттромбофлебитическая болезнь, также у 18 человек (4,3%) – онкологические заболевания, у 15 человек (3,5%) – хронические болезни органов дыхания, у 11 человек (2,6%) – пороки сердца. Частота других соматических заболеваний составила менее 1%. Кроме того, у 16 инвалидов (3,7%) отмечена геморрагическая трансформация ишемического инсульта. При анализе данных контрольной группы выявлено, что у 54 человек (12,7%)

ишемический инсульт повторный, в анамнезе у 383 пациентов (90,3%) имелась гипертоническая болезнь, у 277 (65,3%) – атеросклероз брахиоцефальных артерий, у 270 (63,7%) – избыточный вес (36,8%) или ожирение (26,9%), среди них у 156 лиц (36,8%) – избыточный вес, у 79 (18,6%) – ожирение первой степени, у 28 (6,6%) – второй, у 7 (1,7%) – третьей, у 94 человек (22,2%) – сахарный диабет, у 85 (20,1%) – нарушения ритма сердца, у 33 (7,8%) – постинфарктный кардиосклероз, у 27 (6,4%) – стенокардия напряжения, у 26 (6,1%) – хроническая болезнь почек, у 21 (5%) – онкопатология, у 19 (4,5%) – полиневропатия, у 13 (3,1%) – хронические болезни органов дыхания, у 9 (2,1%) – посттромбофлебитическая болезнь и у 4 (1%) – пороки сердца. Случаи других заболеваний единичные. Также у 17 пациентов (4%) выявлена геморрагическая трансформация инсульта.

При анализе распространенности различных патогенетических подтипов ишемического инсульта по классификации TOAST (Adams H.P. et al. 1993) среди инвалидов вследствие инфаркта головного мозга после перенесенной COVID-19, получены следующие результаты: у большей части пациентов (35,1%) в количестве 149 человек выявлен инсульт неустановленной этиологии, у 124 человек (29,3%) – атеротромботический подтип инсульта, у 100 человек (23,6%) диагностирован кардиоэмболический подтип, у 49 человек (11,6%) – лакунарный и лишь у 2 человек (0,5%) – другой установленной этиологии. В контрольной группе получены следующие результаты: у 157 человек (37%) выявлен атеротромботический подтип инсульта, у 154 (36,3%) – инсульт неустановленной этиологии, у 86 (20,1%) – кардиоэмболический инсульт, у 25 (5,9%) – лакунарный и у 2 человек (0,8%) – инсульт другой установленной этиологии.

Проведен анализ частоты поражения различных сосудистых бассейнов головного мозга у инвалидов с ишемическим инсультом после перенесенного COVID-19. У большинства пациентов инфаркт выявлен в следующих бассейнах: в бассейне левой средней мозговой артерии – у 175 человек (41,3%), в бассейне правой средней мозговой артерии – у 124 человек (29,3%), в вертебро-базилярном бассейне – у 70 человек (16,5%). У 32 человек (7,6%) диагностирован мультифокальный инсульт. У остальных инвалидов в количестве 23 человек (5,4%) инфаркт выявлен в бассейнах левой (1,4%) и правой (1,4%) задней мозговой артерии, правой (0,9%) и левой (0,5%) внутренней сонной артерии, левой общей сонной артерии (0,2%), у 5 пациентов очаг поражения не установлен (1,2%). Среди пациентов группы №2 инсульт в бассейне левой средней мозговой артерии выявлен у 164 человек (38,7%), правой средней мозговой артерии – у 155 человек (36,6%), в вертебро-базилярном бассейне – у 67 человек (15,8%), у 22 пациентов (5,2%) выявлен мультифокальный инсульт, а у 17 человек (3,7%) инсульт выявлен в других бассейнах: левой (0,7%) и правой (0,7) внутренней сонной, левой (0,9%) и правой (1,2%) задней мозговой артерий, у 1 человека (0,23%) локализация очага поражения не установлена.

Статистически значимые различия были обнаружены при сравнении основной и контрольной групп по частоте поражения правой средней мозговой артерии (29,3% против 36,6%). Сравнение проводилось с использованием критерия Хи-квадрат: χ^2=5,133 p=0,023. В основной группе частота поражения правой средней мозговой артерии значимо меньше, чем в контрольной. В других бассейнах частота в группах значимо не различается.

Также изучена распространенность и выраженность различных клинических проявлений среди инвалидов, перенесших ишемический инсульт, обусловленный COVID-19. Таким образом, у 339 инвалидов (80% от общего количества исследуемых) отмечается преобладание пирамидной симптоматики: среди них у 64 (18,9%) человек отмечались значительно выраженные нарушения, у 64 человек (15,1%) – выраженные, у 85 человек (20,1%) – умеренные. Вестибуло-атактический синдром диагностирован у 327 лиц (77,1% от общего количества исследуемых): среди них у 59 человек (18%) – значительно выраженный, у 105 человек (32,1%) – выраженный, у 151 человека (46,2%) – умеренный. У 174 инвалидов (41% от общего количества

исследуемых) выявлены когнитивные нарушения: среди них у 15 человек (8,6%) – значительно выраженные, у 44 человек (25,1%) – выраженные, у 29 человек (16,7%) – умеренные. Нарушения функций тазовых органов (ФТО) в виде недержания мочи и кала отмечены у 156 инвалидов (36,8% от общего количества исследуемых): среди них у 4 лиц (2,6%) – значительно выраженные, у 110 лиц (70,5%) – выраженные, у 41 лица (26,3%) – умеренные. Дизартрия диагностирована у 84 пациентов (19,8% от общего количества исследуемых): среди них у 2 человек (2,4%) – значительно выраженная, у 1 человека (1,2%) – выраженная, у 17 человек (20,2%) – умеренная. Различные виды афазии выявлены у 80 инвалидов (18,9% от общего количества исследуемых): среди них у 10 лиц (12,5%) – значительно выраженная, у 22 лиц (27,5%) – выраженная, также у 22 лиц (27,5%) – умеренная. Кроме того, у 14 человек (3,3% от общего количества исследуемых) после инсульта отмечались пароксизмальные нарушения, у 12 человек (2,8% от общего количества исследуемых) – гемианопсия, у 7 человек (1,7%) нарушилось глотание, у 4 человек (0,9%) выявлена дисфония, у 3 лиц (0,7%) – экстрапирамидные нарушения (рис.). В контрольной группе пирамидные нарушения выявлены у 334 пациентов (78,8%), среди них у 97 (29%) – умеренные, у 70 (21%) – выраженные, у 67 (20,1%) – значительно выраженные; вестибуло-атактический синдром среди них у 303 пациентов (71,5%), у 175 (57,8%) – умеренный, у 67 (22,1%) – выраженный, у 42 (13,9%) – значительно выраженный; психические или когнитивные нарушения у 150 пациентов (35,4%), среди них у 47 (31,3%) – умеренные, у 18 (12%) – выраженные, у 8 (5,3%) – значительно выраженные; нарушения функций тазовых органов у 167 пациентов (39,4%), среди них у 37 (22,2%) – умеренные, у 118 (70,7%) – выраженные, у 5 (3%) – значительно выраженные; дизартрия у 119 пациентов (28%), среди них у 24 (20,1%) – умеренная, у 7 (5,9%) выраженная, значительно выраженной не выявлено; афазия у 91 пациента (21,5%), среди них у 21 (23,1%) – умеренная, также у 21 (23,1%) – выраженная, у 8 (8,8%) – значительно выраженная. Другие нарушения наблюдались у малого количества пациентов и не имели статистической ценности.

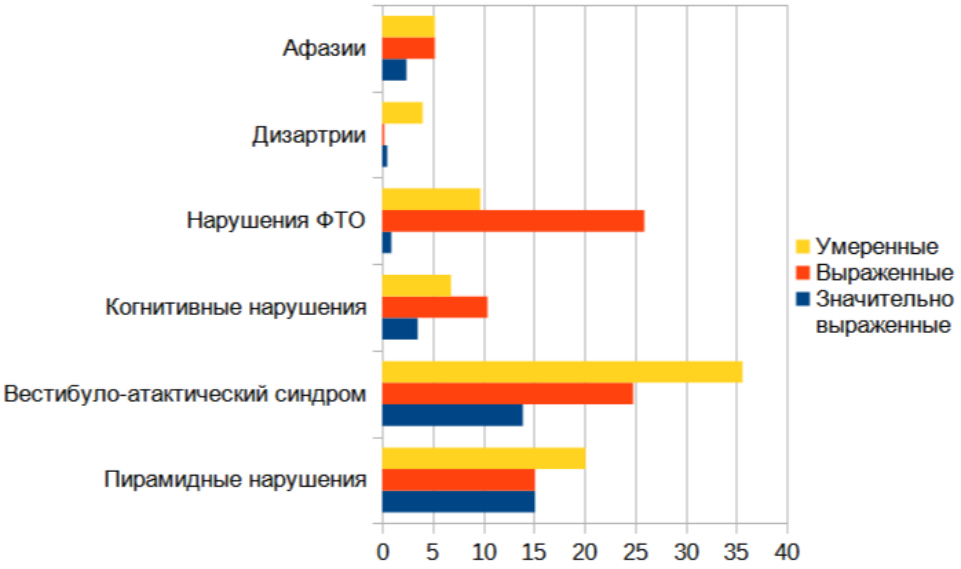


Рис. Распространенность и выраженность различных клинических проявлений у инвалидов вследствие ишемического инсульта, обусловленного новой коронавирусной инфекцией, %

Среди выявленных сопутствующих заболеваний у инвалидов вследствие инфаркта головного мозга, обусловленного коронавирусной инфекцией, самыми распространенными являются гипертоническая болезнь (88,2%), атеросклероз артерий (51,9%), ожирение (37,3%) и сахарный диабет (27,9%), что не противоречит данным отечественных и зарубежных источников [5-8]. Данные заболевания также являются

доминирующими среди пациентов контрольной группы, однако отмечается, что в группе №2 несколько больше пациентов с гипертонической болезнью (90,3%) и значимо больше пациентов с атеросклерозом брахиоцефальных артерий (65,3%), в то время как в группе №1 больше пациентов с сахарным диабетом (27,9%) и ожирением (37,3%). В научной литературе имеются разнящиеся данные о частоте ожирения среди пациентов с COVID-ассоциированным инсультом, показатель варьирует от 24% до 37,5%, в этот диапазон также попадает доля испытуемых данного исследования, которая составила 37,3%, не считая пациентов с лишним весом, удельный вес которых составил в основной группе 41,3%, а в контрольной – 36,8%. Также, согласно данному исследованию, 20,3% пациентов ранее переносили ишемический инсульт, у остальных 79,7% заболевание выявлено впервые. Еще меньшее количество пациентов контрольной группы имели в анамнезе инсульт (12,7%). Это несколько разнится с другим исследованием, согласно которому соотношение первичных инсультов к повторным составило 66% к 34%, однако наличие трехкратно меньшей выборки пациентов может свидетельствовать о меньшей достоверности исследования [9]. Таким образом, на основании вышеописанного, можно сделать вывод, что значимая доля пациентов входила в группу риска по сосудистым заболеваниям.

По разным источникам [9, 10], наиболее распространенными подтипами инсульта, встречающимися среди пациентов, перенесших COVID-19, являются кардиоэмболический и атеротромботический: частота кардиоэмболического подтипа инсульта в литературе варьирует от 27 до 54%, атеротромботического – от 27 до 33%, лакунарного – от 10 до 19%. Однако имеются другие данные [7, 11], согласно которым наиболее распространенными среди исследуемой в статье категории пациентов являются криптогенные инсульты (>30%), преобладание которых подтвердилось данным исследованием – их доля составила 47,2%. Второе место заняли атеротромботический и кардиоэмболический подтипы, их доля оказалась равной и составила 24,1%. В контрольной группе преобладают атеротромботические инсульты (37%), доля инсультов неустановленной этиологии незначительно меньше (36,3%), третье ранговое место занимают кардиоэмболические инсульты (20,1%). В обеих группах доля лакунарных инсультов и инсультов другой установленной этиологии составила меньше 7%.

Как и в сопоставляемых источниках [9], по исследованию доминирующими клиническими проявлениями инфаркта мозга, обусловленного коронавирусной инфекцией, явились двигательные нарушения в виде гемипарезов (80% от общего числа), что может свидетельствовать о вовлечении в процесс преимущественно каротидного бассейна, однако доля пациентов с выявленными речевыми нарушениями в виде афазии (18,9%) и дизартрии (19,8%) меньше, чем в других изученных исследованиях. Доля испытуемых с выявленным инсультом в вертебро-базилярном бассейне составила всего 16,5%, что в два раза меньше, чем в других опубликованных исследованиях [12, 13]. Также при сравнении с данными контрольной группы привлекает внимание то, что, при незначительном различии в частоте различных клинических проявлений в обеих группах, их выраженность значимо больше в основной группе. Таким образом, можно предположить, что клинические проявления инсульта после перенесенной COVID-19 тяжелее, чем после инсульта, не связанного с коронавирусной инфекцией.

Согласно исследованию, как и по данным изученных отечественных и зарубежных исследований [14, 15], у большей части пациентов с ишемическим инсультом в исходе новой коронавирусной инфекции сосудистая катастрофа произошла в каротидном бассейне (76%) и лишь у 16,5% – в вертебро-базилярном. В других исследованиях соотношение составляло 65,7-87% к 13-24,3%. Также имеются сведения [12], что среди данной категории пациентов у 26% развивается мультифокальный инсульт, однако в проведенном исследовании доля таких пациентов составила лишь 7,6%. Тем не менее, это больше, чем в контрольной группе, где доля таких пациентов составила лишь 5,2%. Также берем во внимание, что в

контрольной группе доля пациентов с инсультом в правой средней мозговой артерии составила 36,6%, что выше, чем в основной (29,3%), при том, что частота поражений других бассейнов практически идентична по количеству.

Заключение:

1. Частота инсульта неустановленной этиологии в основной группе составила >30%, что, по некоторым источникам, может быть характерно для пациентов, перенесших инсульт после COVID-19, вторыми по частоте оказались атеротромботический и кардиоэмболический подтипы инсульта.

2. У 80% испытуемых выявлена пирамидная симптоматика, что может свидетельствовать о преимущественном поражении артерий каротидного бассейна. В сравнении с контрольной группой в основной группе частота поражения правой средней мозговой артерии значимо меньше (29,3% против 36,6%), в других бассейнах частота в группах разнится минимально. Кроме того, частота мультифокальных инсультов в группе №1 составила 7,6%, что меньше, чем в изученной научной литературе.

3. Также частыми клиническими проявлениями явились вестибуло-атактический синдром, когнитивные нарушения и нарушения функций тазовых органов. Частота речевых нарушений оказалась сравнительно небольшой – доля афазий составила 18,9%, дизартрии – 19,8%. Клинические симптомы более выражены у пациентов с инсультом, ассоциированным с COVID-19, в сравнении с группой пациентов, у которых инсульт развился независимо от COVID-19.

4. Самыми распространенными сопутствующими заболеваниями при ишемическом инсульте, обусловленном коронавирусной инфекцией, являются гипертоническая болезнь, атеросклероз крупных артерий, ожирение и сахарный диабет, что подтверждает данные из других изученных исследований. При этом доля лиц, имеющих лишний вес, составила 78,6%. Кроме того, около 20% испытуемых ранее переносили ишемический инсульт. Таким образом, можно предположить, что значимая доля пациентов группы №1 входит в группу риска по сосудистым заболеваниям.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Социально-экономическое бремя инсульта в Российской Федерации / В.И. Игнатьева, И.А. Вознюк, Н.А. Шамалов [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. – 2023 - №123(8-2) – С. 5-15.
2. «Глобальное бремя болезней» (Global Burden of Disease, GBD). – URL: https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd (дата обращения: 16.09.2025).
3. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака. Клинические рекомендации. – URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/814_1 (дата обращения: 16.09.2025).
4. Feigin, V.L. World Stroke Organization - Lancet Neurology Commission Stroke Collaboration Group. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization – Lancet Neurology Commission / V.L. Feigin, M.O. Owolabi // Lancet Neurol. – 2023. – No. 22(12). – P. 1160-1206.
5. Distribution and temporal trends from 1993 to 2015 of ischemic stroke subtypes: a systematic review and meta-analysis / R. Ornello, D. Degan, C. Tiseo [et al] // Stroke. – 2018. – No. 49. – P. 814-819.
6. Заболотная, С.В. COVID-19-ассоциированный инсульт / С.В. Заболотная, А.Н. Боголепова, Р.Т. Таирова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. – 2021. – № 121(8-2) – С. 5-10.
7. Лечение и реабилитация больных с неврологическими нарушениями после перенесенного COVID-19. Резолюция Международного форума экспертов / О.С. Левин, В.В. Ващилин, С. Пикия [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова – 2023. – № 123(2) – С. 44-51.
8. Cerebrovascular Accident and SARS-CoV-19 (COVID-19): A Systematic Review / A. Athanasios, I. Daley, A. Patel [et al.] // Eur Neurol. – 2021 – No. 84(6). – P. 418-425.
9. Acute COVID-19 and the Incidence of Ischemic Stroke and Acute Myocardial Infarction / D. Modin, B. Claggett, C. Sindet-Pedersen [et al.] // Circulation. – 2020. – No. 142(21). – P. 2080-2082.
10. Клинико-патогенетические особенности ишемического инсульта у больных с COVID-19

/ О.И. Игнатьева, В.Н. Игнатьев, Е.А. Тюрина, А.А. Кульков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6-2 (120). – С. 79-83.
11. SARS-CoV-2 and Stroke Characteristics. A Report From the Multinational COVID-19 Stroke Study Group / S. Shahjouei, G. Tsivgoulis, G. Farahmand [et al.] // Stroke. – 2021 – Vol. 52. – No. 5. – P. e117-e130.
12. Ischemic stroke associated with COVID-19: a systematic review and meta-analysis / W. Luo, X. Liu, K. Bao, C. Huang // J Neurol. – 2022 – No. 269(4). – P. 1731-1740.
13. Клинические и патофизиологические особенности церебрального инсульта у пациентов с COVID-19 / А.А. Рубакова, Д.И. Лебедева, Е.Ф. Туровина [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. – 2022. – №122(12-2). – С. 26-32.
14. Cerebrovascular disease in patients with COVID-19: neuroimaging, histological and clinical description / F. Hernández-Fernández, H. Sandoval Valencia [et al.] // Brain. – 2020. – No. 143(10). – P. 3089-3103.
15. Клинико-патогенетические особенности церебрального инсульта у больных с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) / В.В. Андреев, А.Ю. Подунов, Д.С. Лапин [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – № 19(3). – С. 46-56.
16. Надеждина, М.В. Ишемический инсульт в дебюте коронавирусной инфекции / М.В. Надеждина, Т.В. Прохорова // Уральский медицинский журнал. – 2021. – Т. 20. – № 6. – С. 63-68.

REFERENCES

1. Ignatyeva V.I., Voznyuk I.A., Shamalov N.A., Reznik A.V., Vinitskiy A.A., Derkach E.V. Social and economic burden of stroke in Russian Federation. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2023, no. 123(8-2), pp. 5-15. (in Russ.)
2. Global Burden of Disease, GBD. Geneva: World Health Organization, 2012. Available at: http://www. who.int/healthinfo/global_burden_ disease/en/ (accessed 16.09.2025)
3. Ischemic stroke and transient ischemic attack. Clinical guidelines. Available at: https://cr.min zdrav.gov.ru/view-cr/814_1 (accessed 16.09.2025)
4. Feigin V.L., Owolabi M.O. World Stroke Organization – Lancet Neurology Commission Stroke Collaboration Group. Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization – Lancet Neurology Commission. *Lancet Neurol*, 2023, no. 22(12), pp. 1160-1206.
5. Ornello R., Degan D., Tiseo C., Di Carmine C., Perciballi L., Pistoia F., Carolei A., Sacco S. Distribution and temporal trends from 1993 to 2015 of ischemic stroke subtypes: a systematic review and meta-analysis. *Stroke*, 2018, no. 49, pp. 814-819.
6. Zabolotnaya S.V., Bogolepova A.N., Tairova R.T. COVID-19-associated stroke. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2021, no. 121(8-2), pp. 5-10. (in Russ.)
7. Levin O.S., Vashchilin V.V., Pikija S. et al. Current approaches in the treatment and rehabilitation of patients with neurological diseases after COVID-19. Resolution of the International Experts Forum. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2023, no. 123(2), pp. 44-51. (in Russ.)
8. Athanasios A., Daley I., Patel A., Oyesanmi O., Desai P., Frunzi J. Cerebrovascular Accident and SARS-CoV-19 (COVID-19): A Systematic Review. *Eur Neurol*, 2021, no. 84(6), pp. 418-425.
9. Modin D., Claggett B., Sindet-Pedersen C. et al. Acute COVID-19 and the Incidence of Ischemic Stroke and Acute Myocardial Infarction. *Circulation*, 2020, no. 142(21), pp. 2080-2082.
10. Ignat'eva O.I., Ignat'ev V.N., Tyurina E.A., Kul'kov A.A. Clinical pathogenetic specifics of ischemic stroke in patients with COVID-19. *International Research Journal*, 2022, no. 6-2(120). (in Russ.)
11. Shahjouei S., Tsivgoulis G., Farahmand G. et al. SARS-CoV-2 and Stroke Characteristics. A Report From the Multinational COVID-19 Stroke Study Group. *Stroke*, 2021, vol. 52, no. 5, pp. e117-e130.
12. Luo W., Liu X., Bao K., Huang C. Ischemic stroke associated with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol*, 2022, no. 269(4), pp. 1731-1740. DOI: 10.1007/s00415-021-10837-7.
13. Rubakova A.A., Lebedeva D.I., Turovina E.F., Sun Cher I., Khasanova L.T., Suvorov A.Yu., Kazakova Z.D. Clinical and pathophysiological features of stroke in patients with COVID-19. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2022, no. 122(12-2), pp. 26-32. (in Russ.)
14. Hernández-Fernández F, Sandoval Valencia H, et al. Cerebrovascular disease in patients with COVID-19: neuroimaging, histological and clinical description. *Brain*, 2020, no. 143(10), pp. 3089-3103.
15. Andreev V.V., Podunov A.Y., Lapin D.S., Gilyaeva Z.L., Nikiforova E.N., Golikov K.V., Rudenko D.I. Clinical and pathogenetic features of cerebral stroke in patients with new coronavirus infection (COVID-19). *Regional blood circulation and microcirculation*, 2020, no. 19(3), pp. 46-56. (in Russ.)
16. Nadezhdina M.V., Prokhorova T.V. Ischemic stroke in the debut of coronavirus infection. *Ural Medical Journal*, 2021, vol. 20(6), pp. 63-68. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Имми Вугар кызы Джафарли – врач по медико-социальной экспертизе, ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Москве» Минтруда России, Москва, e-mail: immi.160592@mail.ru, ORCID: 0009-0009-4363-4912.
Олег Станиславович Васильев – доктор медицинских наук, профессор кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, e-mail: iaam@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7932-116X.
Магомедсаид Абдулаевич Омаров – доктор медицинских наук, профессор, руководитель бюро МСЭ №43 – филиала ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по г. Москве» Минтруда России, Москва, e-mail: msomk@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3624-7542.
Евгений Евгеньевич Ачкасов – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, e-mail: 2215.g23@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-9964-5199.
Наталья Игоревна Медведева – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова (Пироговский университет), Москва, e-mail: smirnula@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9190-4632.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Immi Vugar kyzy Dzhafarli – Doctor of Medical and Social Expertise, Main Bureau of Medical and Social Expertise, Moscow, e-mail: immi.160592@mail.ru, ORCID: 0009-0009-4363-4912.
Oleg S. Vasilyev – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, e-mail: iaam@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7932-116X.
Magomedsaid A. Omarov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Bureau 43, Main Bureau of Medical and Social Expertise, Moscow, e-mail: msomk@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3624-7542.
Evgenij E. Achkasov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, e-mail: 2215.g23@rambler.ru, ORCID: 0000-0001-9964-5199.
Natalya I. Medvedeva – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Culture, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, e-mail: smirnula@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9190-4632.

Для цитирования: Этиопатогенетические и клинические особенности инфаркта головного мозга, обусловленного перенесенной коронавирусной инфекцией, среди инвалидов взрослого населения г. Москвы / И.В. Джафарли, О.С. Васильев, М.А. Омаров [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_25

For citation: Dzhafarli I.V., Vasil'ev O.S., Omarov M.A., Achkasov E.E., Medvedeva N.I. Etiopathogenetic and clinical features of cerebral infarction caused by a coronavirus infection among disabled adults in Moscow. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_25

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_26
УДК 364.07; 725.515

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_26
UDC 364.07; 725.515

ДОСТУПНАЯ СРЕДА В КУРОРТОЛОГИИ: ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ

Г.Н. Пономаренко[1,2], О.А. Мирошниченко[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Несмотря на достаточное количество нормативных регуляторов формирования доступной среды социальной инфраструктуры актуальным остается вопрос изучения эффективности адаптации условий санаторно-курортных учреждений и возможности реализации социокультурных программ. Цель – оценка доступности объектов на национальных маршрутах при организации социокультурной реабилитации в условиях санаторно-курортного лечения. ***Методы.*** Оценка проводилась на основе опросника, в который включены критерии с учетом потребности разных категорий инвалидности на 10 национальных маршрутах. Для анализа доступности средств показа для разных групп инвалидов и проверки статистической значимости различий применялся критерий хи-квадрат (χ^2). ***Результаты*** определили проблемные позиции в части обеспечения транспортной доступности (обеспеченность 30%) и неравномерности распределения средств показа. ***Заключение.*** Разработка единых требований к национальным маршрутам будет способствовать реализации потенциала санаторно-курортного комплекса в решении задач оздоровления и реабилитации населения всех категорий.

Ключевые слова: доступная среда, биоаудит, санаторно-курортное лечение, курортология, доступность инфраструктуры и услуг, инвалиды.

ACCESSIBLE ENVIRONMENT IN RESORTOLOGY: CHALLENGES OF THE TIME

G.N. Ponomarenko[1,2], O.A. Miroshnichenko[1]

[1]Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russia

[2]North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Despite the sufficient number of regulatory frameworks for the development of an accessible social infrastructure environment, the issue of studying the effectiveness of adapting the conditions of health resort institutions and the feasibility of implementing socio-cultural programs remains relevant. Aim: to assess the accessibility of facilities on national routes when organizing socio-cultural rehabilitation in the context of health resort treatment. ***Methods.*** The assessment was conducted using a questionnaire that included criteria taking into account the needs of different disability categories on 10 national routes. The chi-square (χ^2) test was used to analyze the accessibility of display facilities for different groups of people with disabilities and to test the statistical significance of the differences. ***The results*** identified problem areas in terms of ensuring transport accessibility (30% availability) and the uneven distribution of display facilities. ***Conclusion.*** The development of uniform requirements for national routes will contribute to the realization of the potential of the health resort complex in solving the problems of health improvement and rehabilitation of the population of all categories.

Keywords: accessible environment, bioaudit, spa treatment, balneology, accessibility of infrastructure and services, people with disabilities.

Введение. В условиях растущего интереса к внутреннему туризму в России особое внимание уделяется адаптации курортной инфраструктуры для инвалидов, лиц старше трудоспособного возраста. Вопросы инклюзивного туризма сформулированы в Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 г. № 2129-р [1], как необходимость реализации мер по созданию и развитию доступной инфраструктуры, обеспечению доступности и совершенствованию системы навигации и

ориентирования, информационных сервисов. Создание доступной среды в санаторно-курортных учреждениях становится приоритетным направлением развития отрасли, это обусловлено демографическими факторами (увеличение доли пожилого населения в общей численности населения и числа людей с ограничениями жизнедеятельности); социальной значимостью инклюзивного подхода в медицине; экономическим потенциалом расширения клиентской базы.

В Стратегии развития санаторно-курортного комплекса к одной из проблем было отнесено, что в большинстве санаторно-курортных организаций в зданиях и помещениях отсутствуют условия доступности, и только в 5% санаторно-курортных организаций созданы условия доступности для инвалидов [2].

К основным аспектам формирования доступной среды как биологической составляющей доступности следует отнести инфраструктуру по видам доступности:

- физическая (архитектурная) доступность (пандусы, подъемники, номера и помещения; адаптивная инфраструктура пляжей; доступ к лечебным процедурам; транспорт: доступные маршруты общественного транспорта, включая низкопольные автобусы и специальные остановки с обученным персоналом по взаимодействию и порядку оказания помощи при посадке и высадке инвалидов, использующих кресло-коляску, с сенсорными нарушениями (функций слуха и зрения); помещения санатория (номера должны быть оборудованы поручнями, широкими дверными проемами и адаптированными санузлами);
- информационная доступность (специальные знаки и указатели; аудиогиды и тактильные карты; доступ к информации на разных носителях);
- организационная доступность (квалифицированный персонал, обучение основам взаимодействия с инвалидами, включая этику общения и оказание ситуационной помощи, инструктирование) [3-5].

Отмечается, что у пациентов, пребывающих на санаторно-курортном лечении, возрастает запрос на программы социокультурной направленности, как дополнительного фактора реабилитации и восстановления в процессе оздоровления [6]. Это способствует психоэмоциональной разгрузке пациентов; формированию новых социальных связей; отвлечению от болезненных переживаний и повышению мотивации к лечению. К преимуществам социокультурных программ также можно отнести активизацию адаптационных механизмов, ускорение процесса реабилитации и создание позитивного настроя на лечение [7, 8]. Таким образом, интеграция социокультурных программ в комплексе санаторно-курортного лечения не только отвечает растущему запросу пациентов, но и существенно повышает эффективность восстановительных мероприятий, способствуя более полному и гармоничному оздоровлению организма [8].

Цель исследования – оценка доступности объектов инфраструктуры и предоставляемых услуг для инвалидов с различными видами ограничений жизнедеятельности с учетом интеграции социокультурных программ в комплекс санаторно-курортного лечения.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие органы исполнительной власти, уполномоченные в сфере организации культурной и туристской деятельности из 10 субъектов Российской Федерации. Комплексная оценка объектов инфраструктуры и предоставляемых услуг проводилась с применением структурированного инструментария исследования – анкетного опросника, содержащего систему дифференцированных критериев, соответствующих требованиям законодательства [4, 5] и потребностям инвалидов (биоаудит): доступность транспортных средств (для лиц, использующих кресло-коляску); доступность средств размещения (гостиница, хостел и т.п.); доступность номеров (в гостиницах, хостелах и т.п.); доступность предприятий (объектов) общественного питания; доступность санитарно-бытовых помещений; доступность объектов туристского показа (в музеях, выставках).

Учитывались как возможность преодоления физических барьеров, так и организационные аспекты обеспечения беспрепятственного доступа к инфраструктуре объекта, в том числе при организации

средств показа для лиц, использующих кресла-коляски, с нарушением функций зрения и слуха. Статистический анализ проводился с использованием программных комплексов Statistica (версия 12) и SPSS (версия 23). Оценка средств показа дифференцировалась с учетом степени доступности (полностью доступен – частично доступен – недоступен) для лиц, использующих кресло-коляску, с нарушением сенсорных функций (зрения и слуха). Для анализа доступности средств показа для разных групп инвалидов и подтверждения статистически достоверного различия в частотных распределениях применялся критерий Пирсона (критерий независимости (χ^2)). Порог статистической значимости установлен на уровне $p<0,05$. Результаты представлены в диаграммах и таблицах.

Результаты исследования и их обсуждение. Доля национальных маршрутов с транспортной доступностью составляет 30%. На 3 маршрутах из 10 имеется транспорт, адаптированный для перевозки инвалидов, использующих кресло-коляски: «Жемчужина Русского Севера» (Вологодская область) – 66,6%; «Повесть временных лет» (Новгородская область) – 16,7%; «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) – 16,7%.

Анализ обеспеченности национальных туристских маршрутов средствами размещения (гостиницы, отели, мотели, хостелы и т.д.), адаптированными для инвалидов, использующих кресла-коляски, выявил дифференциацию по уровням доступности и составил 60%.

Наличие доступных для инвалидов средств размещения является основным фактором принятия решения для участия в социокультурной программе. Так, доступность средств размещения составляет 6 из 10 маршрутов (60%). Доля в общей численности объектов на маршрутах: «Повесть временных лет» (Новгородская область) – 31,25%; «Жемчужина русского Севера» (Вологодская область) – 25%; «Ярославия – страна городов» (Ярославская область), «Императорский маршрут» (Свердловская область) и «Александр Невский – имя России» (Псковская область) – 12,5%.

Маршрут «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) характеризуется наличием значительного количества специализированных мест (номеров, комнат) для размещения инвалидов, использующих кресла-коляски (84,7%).

Одновременно большинство проанализированных национальных туристских маршрутов демонстрируют низкие показатели по данному критерию (диапазон составляет от 0 до 6 доступных номеров) [6].

Обеспеченность объектами общественного питания составляет 60%. Национальный маршрут «Ярославия – страна городов» отличается наличием потенциала для формирования доступности объектов и услуг для инвалидов, использующих кресло-коляску – 50,0% от общей численности объектов, адаптированных с учетом потребности инвалидов, использующих кресло-коляску, анализируемых маршрутов. Обеспеченность маршрутов в Вологодской области – 14,3%, Новгородской – 11,9%.

Отмечается неравномерность в распределении санитарно-бытовых помещений (от 1 до 13), что составляет 70%. Оснащенность доступными санитарно-бытовыми объектами на маршруте «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) составляет 28,9% в общей численности объектов, 22,2% – «Ярославия – страна городов» (Ярославская область) и 17,8% – «Александр Невский – имя России» (Псковская область) (табл. 1).

В структуре социокультурной программы приоритетное значение имеют объекты экскурсионного показа, выступающие основным элементом, формирующим психоэмоциональную привлекательность, тематическую и рекреационную направленность маршрута. Обеспеченность составляет 70%.

Доступность объектов показа демонстрирует неравномерность распределения на маршрутах для различных категорий инвалидов, что подтверждается статистически достоверным различием в частотных распределениях ответов в сопоставляемых подвыборках:

- для инвалидов с нарушением функций опорно-двигательного аппарата, использующих кресло-коляски (χ^2 =208,382, df=12, p=0,000);

- для инвалидов с нарушением функций зрения (слепых) (χ^2 =735,262, df=12, p=0,000);

- для инвалидов с нарушением функций слуха (глухих) (χ^2 =551,456, df=12, p=0,000) (табл. 2).

Таблица 1

Результаты исследования доступности для инвалидов национальных туристских маршрутов при организации социокультурных программ

Субъект РФ	Наименование национального туристского маршрута	Доля доступности транспорта, %	Доля доступности средств размещения, %	Доля доступности номеров, %	Доля доступности объектов питания, ед.	Доля доступности санитарно-бытовых помещений, %	Доля доступности объектов показа, %
Мурманская область	Заполярный калейдоскоп	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вологодская область	Жемчужины Русского Севера	66,60	25,00	3,20	14,30	6,70	6,80
Новгородская область	Повесть временных лет	16,70	31,25	4,90	11,90	15,50	18,10
Псковская область	Александр Невский – имя России	0,00	12,50	1,60	2,40	17,80	16,00
Тверская область	В Тверскую область по велению Души	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Тамбовская область	Русские усадьбы на рубеже веков	16,70	6,25	84,70	9,50	28,90	12,50
Ростовская область	Стартап Петра I	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	16,00
Ярославская область	Ярославия – страна городов	0,00	12,50	3,20	50,00	22,20	17,00
Свердловская область	Императорский маршрут	0,00	12,50	2,40	11,90	6,70	13,600
Тюменская область	В Сибирь – по своей воле	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Общая доля доступности на национальных туристских маршрутах, %		30,00	60,00	60,00	60,00	70,00	70,00

На национальном маршруте «Императорский маршрут» (Свердловская область) полностью доступны для инвалидов, использующих кресла-коляски, 67% объектов. На маршрутах «Жемчужины Русского Севера» (Вологодская область) и «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) полностью отсутствуют недоступные объекты, при этом показатель полностью доступных объектов составляет 33% и 45% соответственно. На маршрутах «Повесть временных лет» (Новгородская область), «Александр Невский – имя России» (Псковская область), «Стартап Петра Первого» (Ростовская область) и «Ярославия – страна городов» (Ярославская область) показатель недоступных объектов составляет от 33% до 57% (рис. 1).

Доступность объектов показа для лиц с нарушением зрения на туристском маршруте «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) – 100%. На национальных туристских маршрутах «Жемчужины Русского Севера» (Вологодская область) и «Александр Невский – имя России» (Псковская область) – 33% и

7%. Полностью недоступные объекты для инвалидов с нарушением функций зрения отсутствуют. На национальных туристских маршрутах «Повесть временных лет» (Новгородская область), «Стартап Петра Первого» (Ростовская область), «Ярославия – страна городов» (Ярославская область) и «Императорский маршрут» (Свердловская область) отмечается в основном частичная доступность экскурсионных объектов (рис. 2).

Доступность экскурсионных объектов для туристов с нарушением слуха на маршруте «Русские усадьбы на рубеже веков» (Тамбовская область) составляет 100%. На маршрутах «Жемчужины Русского Севера» (Вологодская область), «Повесть временных лет» (Новгородская область) и «Александр Невский – имя России» (Псковская область) доля полностью адаптированных объектов составляет от 33% до 44%, полностью недоступные объекты отсутствуют (рис. 3).

Общая оценка доступности объектов инфраструктуры и предоставляемых услуг на национальных маршрутах по критериям составляет: доступность транспорта – 30%; доступность средств размещения – 60%; доступность номеров – 60%; доступность объектов питания – 60%; доступность санитарно-бытовых помещений – 70%; доступность объектов показа – 70%.

Таблица 2

Результаты исследования доступности средств просмотра национальных туристских маршрутов при организации социокультурных программ для инвалидов

Критерий	Область						
	Вологодская	Новгородская	Псковская	Тамбовская	Ростовская	Ярославская	Свердловская
Для инвалидов с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата, использующих кресло-коляски							
Доступные объекты показа, %	33	38	21	45	14	20	67
Частично доступные объекты показа, %	67	25	43	55	29	47	17
Недоступные объекты показа, %	0	38	36	0	57	33	17
Eigenvalues: ,2021 ,0956 Total χ^2=208,382; df=12; p=0,000							
Для инвалидов с нарушениями функций зрения (слепые)							
Доступные объекты показа, %	33	0	7	100	0	13	67
Частично доступные объекты показа, %	67	44	93	0	7	60	25
Недоступные объекты показа, %	0	56	0	0	93	27	8
Eigenvalues: ,6542 ,3962 Total χ^2=735,262; df=12; p=0,000							
Для инвалидов с нарушением функций слуха (глухие)							
Доступные объекты показа, %	33	44	43	100	14	20	58
Частично доступные объекты показа, %	67	56	57	0	7	67	25
Недоступные объекты показа, %	0	0	0	0	79	13	17
Eigenvalues: ,5395 ,2483 Total χ^2=551,456; df=12; p=0,000							

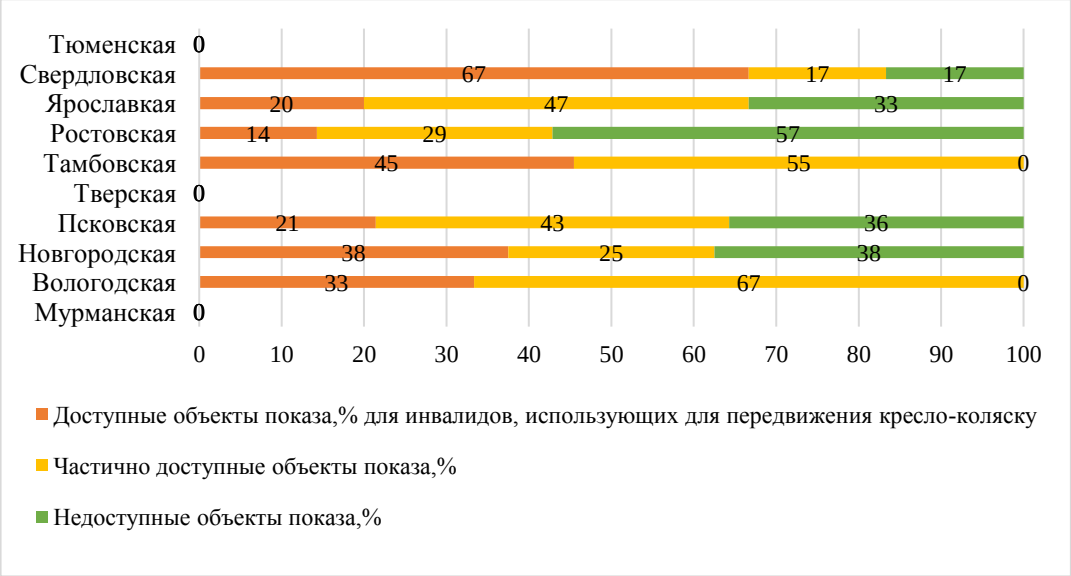


Рис. 1. Анализ доступности средств показа в разных регионах (областях) для инвалидов, использующих кресло-коляску

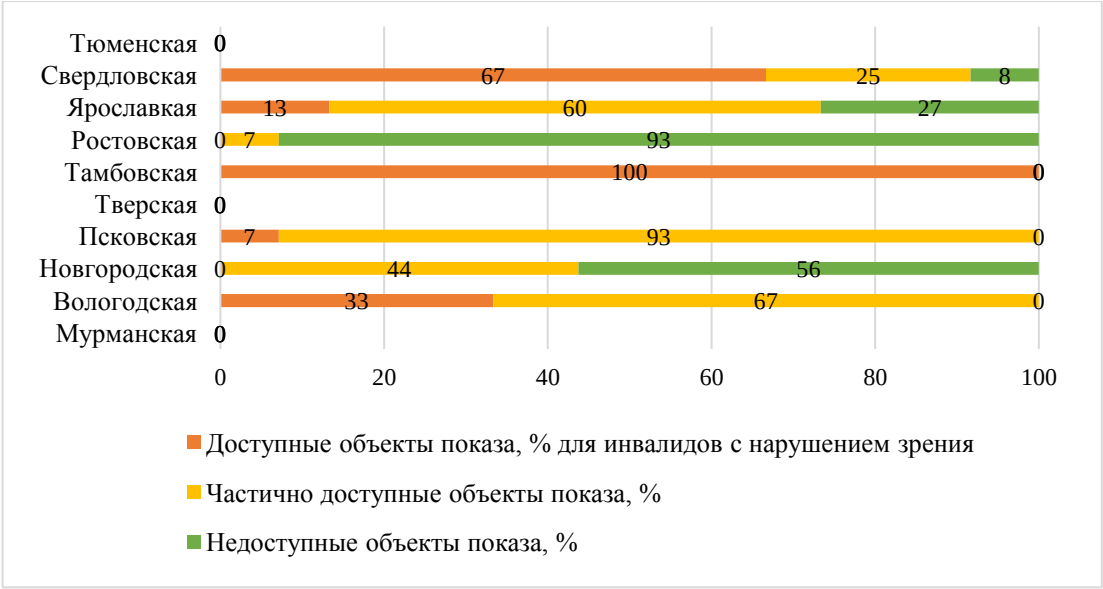


Рис. 2. Анализ доступности средств показа в разных регионах (областях) для инвалидов с нарушением функций зрения

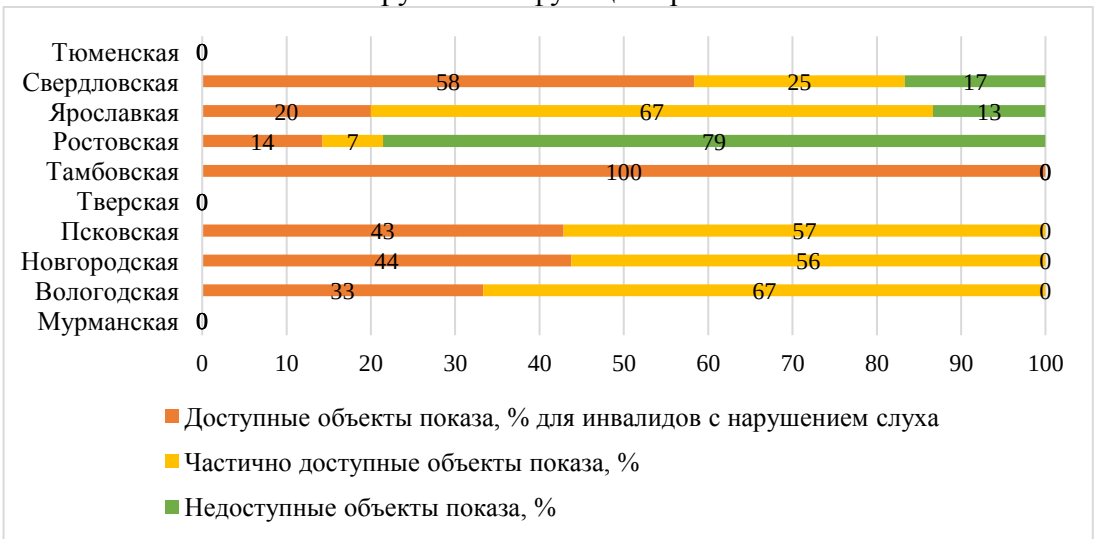


Рис. 3. Анализ доступности средств показа в разных регионах (областях) для инвалидов с нарушением функций слуха

Заключение. В результате проведенного исследования можно сделать ряд выводов относительно развития доступной среды в сфере курортологии и развития социокультурных программ, а именно, что современное состояние доступной среды в данном направлении отражает изменения, однако требует дальнейшего развития, особенно в сфере транспортной доступности. Распределение объектов показа демонстрирует неравномерность элементов доступности для различных категорий инвалидов на маршрутах, что подтверждается статистически достоверным различием и определяет перспективу участия инвалидов с ограниченными возможностями в социокультурных программах. Дальнейшее обеспечение доступности требует разработки единых требований к национальным маршрутам, что будет способствовать реализации потенциала санаторно-курортного комплекса в решении задач оздоровления и реабилитации населения всех категорий.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 г. № 2129-р. – URL: https://docs.cntd.ru/document/561260503 (дата обращения: 22.10.2025).
2. Об утверждении Стратегии развития санаторно-курортного комплекса Российской Федерации / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 года № 2581-р. – URL: https://docs.cntd.ru/document/551760675 (дата обращения: 22.10.2025).
3. Доступная среда: вопросы инструктирования: учебно-методическое пособие / Ю.Ю. Ивашкина, О.А. Мирошниченко. – СПб: ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, ООО «ЦИАЦАН», 2024. – 150 с.
4. Доступная среда: профилактические мероприятия по соблюдению обязательных требований: методическое пособие / О.А. Мирошниченко, О.С. Ческидова; под редакцией О.А. Мирошниченко. – СПб: ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта, 2024. – 112 с.
5. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации / Федеральный закон от 24 ноября 1995 года № 181-ФЗ. URL: https://docs.cntd.ru/document/9014513 (дата обращения: 22.10.2025).
6. Об утверждении формы заявки на определение туристского маршрута в качестве национального туристского маршрута, форм документов, прилагаемых к заявке, порядка расчета критериев национальных туристских маршрутов / Приказ Ростуризма от 5 июля 2022 года № 299-Пр-22. – URL: https://docs.cntd.ru/document/351304795 (дата обращение: 22.10.2025).
7. Пономаренко, Г.Н. Восстановительная медицина: фундаментальные основы и перспективы развития / Г.Н. Пономаренко // Физическая и реабилитационная медицина. – 2022. – Т. 4. – № 1. – С. 8-20. DOI: 10.26211/2658-4522-2022-4-1-8-20.
8. Организация медико-психологической реабилитации военнослужащих: современное состояние и перспективы развития / Д.В. Тришкин, Г.Н. Пономаренко, А.В. Мерзликин [и др.] // Военно-медицинский журнал. – 2016. – Т. 337. – № 8. – С. 4-10.

REFERENCES

1. On approval of the Strategy for the Development of Tourism in the Russian Federation for the period up to 2035. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2129-R dated September 20, 2019. Available at: https://docs.cntd.ru/document/561260503 (accessed 22.10.2025). (in Russ.)
2. On approval of the Development Strategy of the sanatorium-resort complex of the Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2581-R dated November 26, 2018. URL: https://docs.cntd.ru/document/551760675 (accessed 22.10.2025). (in Russ.)
3. Ivashkina Yu.Y., Miroshnichenko O.A. Accessible environment: instructional issues: an educational and methodological guide. Saint Petersburg: Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, TSIATSAN LLC, 2024. 150 p. (in Russ.)
4. Miroshnichenko O.A., Cheskidova O.S. Accessible environment: preventive measures to comply with mandatory requirements: a methodological guide. Miroshnichenko O.A., ed. Saint Petersburg: Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, 2024. 112 p. (in Russ.)
5. On social protection of the disabled in the Russian Federation. Federal Law No. 181-FZ dated November 24, 1995. Available at:

https://docs.cntd.ru/document/9014513 (accessed 22.10.2025). (in Russ.)
6. On approval of the application form for the definition of a tourist route as a national tourist route, the forms of documents attached to the application, the procedure for calculating criteria for national tourist routes. Rostourism Order No. 299-Pr-22 dated July 5, 2022. Available at: https://docs.cntd.ru/document/351304795 (accessed 22.10.2025). (in Russ.)
7. Ponomarenko G.N. Restorative medicine: fundamentals and development prospects. *Physical and Rehabilitation Medicine,* 2022, vol. 4, no. 1, pp. 8-20. DOI: 10.26211/2658-4522-2022-4-1-8-20. (in Russ.)
8. Trishkin D.V., Ponomarenko G.N., Merzlikin A.V., Kovlen D.V., Ishchuk V.N. Organisation of medical and psychological rehabilitation of military personnel: modern state and development prospects. *Voenno-medicinskij žurnal,* 2016, vol. 337, no. 8, pp. 4-10. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Геннадий Николаевич Пономаренко – член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России; заведующий кафедрой физической и реабилитационной медицины, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: ponomarenko_g@mail.ru.
Оксана Анатольевна Мирошниченко – кандидат психологических наук, директор Федерального ресурсного (информационно-методического) центра по формированию доступной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения, ФГБУ ФНОЦ МСЭ и Р им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Санкт-Петербург, e-mail: miroshnichenko_oa@frcds.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Gennadij N. Ponomarenko – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, General Director of the Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation; Head of the Department of Physical and Rehabilitation Medicine, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, e-mail: ponomarenko_g@mail.ru.
Oksana A. Miroshnichenko – Candidate of Psychological Sciences, Director of the Federal Resource (Information and Methodological) Center for the Formation of an Accessible Environment for the Disabled and Other Low-Mobility Groups of the Population, Albrecht Federal Scientific and Educational Centre of Medical and Social Expertise and Rehabilitation, Saint Petersburg, e-mail: miroshnichenko_oa@frcds.ru.

Для цитирования: Пономаренко, Г.Н. Доступная среда в курортологии: вызовы времени / Г.Н. Пономаренко, О.А. Мирошниченко // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_26

For citation: Ponomarenko G.N., Miroshnichenko O.A. Accessible environment in resortology: challenges of the time. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_26

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_27
УДК 616.8-009.7:616.98:578.834-036.21:615.851.8

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_27
UDC 616.8-009.7:616.98:578.834-036.21:615.851.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ БОЛИ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ COVID-19

А.Д. Рубель[1], Л.Н. Гуменюк[2], Ю.В. Бобрик[2]
[1]Государственный Совет Республики Крым, г. Симферополь, Россия
[2]Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), г. Симферополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Оценка влияния транскраниальной электрической стимуляции в дополнение к монофармакотерапии на купирование головной боли и нормализацию уровня β-эндорфина в плазме крови у пациентов с постковидным синдромом. ***Методы.*** В исследование включено 150 пациентов с постковидным синдромом, которые рандомизировано разделены на 2 группы (по 75 пациентов в каждой): основная группа получала транскраниальную электрическую стимуляцию в дополнение к монофармакотерапии, группа сравнения – только монофармакотерапию. Эффективность проведенного лечения анализировали по визуально-аналоговой шкале и уровню β-эндорфина в плазме крови. ***Результаты.*** Через 15 дней лечения между изучаемыми группами выявлены статистически значимые различия по медианам оценок боли по визуально-аналоговой шкале ($p<0,001$) и уровня β-эндорфина ($p=0,001$). Добавление транскраниальной электрической стимуляции к монофармакотерапии у пациентов с постковидным синдромом позволило достичь полного купирования головной боли у 90,7% пациентов. ***Заключение.*** Полученные результаты позволяют рассматривать применение транскраниальной электрической стимуляции в качестве эффективного и патогенетически обоснованного компонента комплексного лечения пациентов с постковидным синдромом, проявляющимся хронической головной болью.
Ключевые слова: постковидный синдром, транскраниальная электрическая стимуляция, головная боль, β-эндорфин.

EFFICACY OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION IN CHRONIC HEADACHE FOLLOWING COVID-19

A.D. Rubel[1], L.N. Gumeniuk[2], Yu.V. Bobrik[2]
[1]State Council of the Republic of Crimea, Simferopol, Russia
[2]Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky (structural unit of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University), Simferopol, Russia

Abstract. ***Introduction.*** To evaluate the effect of transcranial electrical stimulation in addition to single-drug pharmacotherapy on headache relief and normalization of plasma β-endorphin levels in patients with long COVID. ***Methods.*** The study included 150 long COVID patients who were randomized into two groups (75 patients each): the main group received transcranial electrical stimulation in addition to single-drug pharmacotherapy, while the comparison group received single-drug pharmacotherapy alone. The treatment effectiveness was assessed with the Visual Analog Scale and plasma β-endorphin levels. ***Results.*** After 15 days of treatment, statistically significant differences were found between the groups in terms of median Visual Analog Scale pain scores ($p<0.001$) and β-endorphin levels ($p=0.001$). The addition of transcranial electrical stimulation to single-drug pharmacotherapy resulted in complete headache relief in 90.7% of long COVID patients. ***Conclusion.*** The obtained results support the use of transcranial electrical stimulation as an effective and pathogenetically justified component of comprehensive treatment in long COVID patients with chronic headache.
Keywords: long COVID, transcranial electrical stimulation, headache, β-endorphin.

Введение. Согласно данным международных исследований, текущая распространенность постковидного синдрома (ПКС) оценивается в пределах 40-70% [1, 2]. Хроническая головная боль является одним из наиболее частых проявлений ПКС, выявляется у 25% пациентов [3] и ассоциирована со снижением повседневного функционирования (64%), профессиональной и социальной активности (70%) [4], а также с

выраженным ухудшением качества жизни (92,4%) [5]. Спустя год после острой фазы заболевания 20% пациентов не возвращаются к трудовой деятельности [6]. Подобные данные обусловили приоритетность изучения потенциальных методов лечения ПКС в рамках рандомизированных контролируемых испытаний (РКИ) [5, 7-9].

В настоящее время не разработаны стандартизированные подходы к лечению хронической головной боли в структуре ПКС. В то же время основным направлением лечения данной категории пациентов считается фармакотерапия с применением препаратов различных классов – ноотропов, нейрососудистых и нейрометаболических средств, антидепрессантов, а также комплексов витаминов, минералов и адаптогенов [10-12]. Тем не менее, в условиях монотерапии указанные препараты не всегда демонстрируют достаточную клиническую эффективность в отношении редукции головной боли и улучшения качества жизни пациентов [13]. В связи с этим преимущественное применение находят комбинированные схемы с использованием препаратов различных фармакологических классов [14]. Такой подход позволяет достичь более выраженного терапевтического эффекта [13], однако сопровождается риском развития системных побочных реакций – от головокружения и тошноты до мультиорганной дисфункции, что ограничивает его широкое внедрение. С учетом указанных ограничений возрастает потребность в применении физиотерапевтических методов, способных дополнить монофармакотерапию и не только повысить клиническую эффективность лечения ПКС, но и улучшить переносимость терапии, а также снизить риск полипрагмазии [15, 16]. Учитывая ключевые патогенетические механизмы и клинические проявления ПКС, перспективным направлением представляется использование транскраниальной электрической стимуляции (ТЭС), разработанной под руководством Лебедева В.П., обладающей выраженным анальгетическим действием за счет модуляции активности эндогенных опиоидных систем и повышения уровня β-эндорфина [17]. ТЭС характеризуется хорошей переносимостью и демонстрирует эффективность при болевых синдромах различной этиологии [18]. Представленные данные обосновывают гипотезу о потенциальной эффективности ТЭС в составе комплексного лечения ПКС. Вместе с тем, в настоящее время отсутствуют результаты РКИ, подтверждающие эффективность добавления ТЭС к монофармакотерапии ПКС, проявляющегося хронической головной болью.

Цель исследования – оценка влияния транскраниальной электрической стимуляции в дополнение к монофармакотерапии на купирование головной боли и нормализацию уровня β-эндорфина в плазме крови у пациентов с постковидным синдромом.

Методы и организация исследования. В амбулаторных условиях Симферопольской городской клинической больницы (Республика Крым) было обследовано и пролечено 150 пациентов с ПКС, классифицированным в соответствии с рубрикой U09.9 МКБ-10 («Состояние после COVID-19, неуточненное»), среди которых 86 женщин и 64 мужчины (медиана возраста – 34,7 [31,8; 37,7] года).

Критерии включения пациентов с ПКС: возраст – 18-45 лет; индекс массы тела (ИМТ) – 18,5-24,9 кг/м^2; перенесенная и подтвержденная серологически COVID-19 в анамнезе; манифестация или усиление головной боли после перенесенной COVID-19 с сохранением симптомов не менее 3 месяцев при отсутствии иных заболеваний, способных объяснить данный симптом; отсутствие противопоказаний к проведению ТЭС; подписанное информированное согласие.

Критерии невключения: психические расстройства (включая когнитивное снижение) и прием психотропных препаратов в анамнезе; признаки неврологической очаговой симптоматики и структурных изменений головного мозга; хронические инфекционно-воспалительные, иммунные, эндокринные и онкологические состояния; прием антибиотиков, противовирусных, сосудистых, метаболических, нейротропных, антиоксидантных препаратов, а также пероральных контрацептивов в течение 3 месяцев до начала исследования; ранее проводимая фармакотерапия, психотерапия или реабилитация по поводу ПКС; активное курение; отказ от участия в исследовании.

Пациенты в соответствии с методом лечения были рандомизировано разделены на две группы. Основная группа (75 пациентов – 44 женщины и 31 мужчина, медиана возраста – 35,2 [32,0; 37,4] лет) получала ТЭС дополнительно к фармакотерапии. Группа сравнения (75 пациентов – 42 женщины и 33 мужчины, медиана возраста – 34,6 [31,5; 38,1] года) получала только фармакотерапию. Как видно из таблицы 1, группы были сопоставимыми по всем исходным демографическим и клиническим показателям.

Таблица 1

Характеристика пациентов с постковидным синдромом и контрольной группы

Показатель	Контрольная группа (n=45)	Основная группа (n=75)	Группа сравнения (n=75)	P_{2-3}
Средний возраст, лет, Me [Q1; Q3]	34,8 [32,0; 38,4]	35,2 [32,0; 37,4]	34,6 [31,5; 38,1]	0,774
		p_{1-2} = 0,771	p_{1-3}= 0,766	
Женщины/мужчины	29 (64,4) / 16 (35,6)	44(58,6)/ 31(41,4)	42(56,0)/ 33(44,0)	0,767
		p_{1-2} = 0,732	p_{1-3}= 0,721	
Индекс массы тела, кг/м^2, Me [Q1; Q3]	21,8 [20,3; 24,4]	21,6 [19,9; 24,6]	21,3 [20,0; 24,4]	0,871
		p_{1-2} = 0,866	p_{1-3}= 0,883	
Легкое течение COVID-19, n (%)	27 (60,0)	46 (61,4)	45 (60,0)	0,882
		p_{1-2} = 0,901	p_{1-3}= 1,000	
Среднетяжелое течение COVID-19, n (%)	14 (31,2)	21 (28,0)	20 (26,6)	0,889
		p_{1-2} = 0,777	p_{1-3}= 0,721	
Тяжелое течение COVID-19, n (%)	4 (8,8)	8 (10,6)	10 (13,4)	0,770
		p_{1-2} = 0,764	p_{1-3}= 0,736	
Период с момента острой COVID-19 до появления симптомов ПКС (месяцы), Me [Q1; Q3]	–	4,7 [3,2; 6,6]	4,2 [3,1; 6,9]	0,766

В качестве модели монофармакотерапии пациентам обеих групп был назначен препарат Кортексин по рекомендованной производителем схеме 10 мг внутримышечно 1 раз в сутки в течение 10 дней. Выбор препарата был обусловлен наличием данных о его клинической эффективности при ПКС [19]. Приобретение препарата осуществлялось пациентами самостоятельно. Пациенты основной группы с первого дня приема Кортексина дополнительно получали ТЭС с помощью аппарата «Трансаир-03». Процедуры проводились ежедневно в первой половине дня по лобно-височной методике в режиме биполярного импульсного тока с частотой 77,5 Гц. Интенсивность тока и длительность процедуры ступенчато увеличивались (оптимальный режим, подобранный нами в ходе предварительных исследований): процедуры 1 – 2 – 1,0 мА, 20 минут; процедуры 3 – 5 – 1,2 мА, 25 минут; процедуры 6 – 15 – 1,5 мА, 30 минут. Все включенные в исследование пациенты (основная группа и группа сравнения) завершили курс лечения.

В контрольную группу (КГ) вошли 45 добровольцев, перенесших COVID-19 и не имеющих признаков ПКС. Все участники соответствовали следующим критериям: возраст – 18-45 лет, ИМТ в пределах нормы (18,5-24,9 кг/м²), отсутствие головной боли (0 баллов по визуально-аналоговой шкале (ВАШ)).

Для оценки выраженности головной боли использовали ВАШ. У всех участников КГ (однократно) и пациентов с ПКС (в динамике – до начала лечения и через 15 дней) определяли в плазме крови уровень β-эндорфина с использованием коммерческого набора для иммуноферментного анализа β-эндорфина человека (ELISA, Cusabio, Китай) в соответствии с инструкцией производителя. Исходный уровень β-эндорфина был достоверно ниже в группе пациентов с ПКС, чем в КГ (6,2 [5,8; 6,4] пг/мл). Основная группа и группа сравнения исходно не имели достоверных различий по этому показателю. Кроме того, у пациентов с ПКС установлена корреляция между уровнем β-эндорфина и оценкой головной боли по ВАШ ($r=-0,69$; $p<0,001$).

Обработка данных проводилась с использованием пакета статистического анализа STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc., США). Распределения количественных

переменных представлены в виде медианных значений (Me) с указанием интерквартильного интервала [Q1; Q3], категориальные переменные – в виде абсолютных чисел и соответствующих процентных долей. Для оценки различий между группами по количественным признакам применяли U-критерий Манна-Уитни, для сравнения категориальных переменных – χ^2-критерий. Корреляции между показателями оценивали с использованием коэффициента Спирмена. Значения $p<0,05$ принимались за уровень статистической значимости.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящем исследовании представлены результаты применения ТЭС в дополнение к монофармакотерапии у амбулаторных пациентов с ПКС, сопровождающимся хронической головной болью. Насколько нам известно, это первое РКИ, в котором оценивается подобный терапевтический подход.

Согласно полученным данным, добавление ТЭС к монофармакотерапии обеспечивало более выраженный анальгетический эффект. В частности, через 15 дней лечения в основной группе отмечено достоверное снижение медианы оценки головной боли по шкале ВАШ на 84,2% – с 5,7 («умеренная боль») до 0,9 балла («отсутствие боли») при достоверном превосходстве над группой сравнения (p=0,036) (табл. 2). Полное купирование головной боли было достигнуто у 68 пациенток (90,7%) в основной группе и у 56 пациенток (75,0%) в группе сравнения (p=0,016). По данным катамнестического наблюдения через 6 месяцев клинический эффект сохранялся у большинства пациенток основной группы, тогда как в группе сравнения отмечено снижение эффективности проведенного лечения (ОР 1,34; 95 % ДИ: 1,03-1,71; p=0,014). Эти результаты подтверждают высокую клиническую эффективность добавления ТЭС к монофармакотерапии постковидной хронической головной боли.

Выявленная нами обратная корреляция между уровнем β-эндорфина и выраженностью головной боли при постковидном синдроме указывает на патогенетическое значение данного биомаркера и позволяет рассматривать его как потенциальную мишень и объективный критерий эффективности проводимого лечения. Через 15 дней терапии в основной группе зарегистрировано повышение уровня β-эндорфина на 63,3% – с 2,2 [1,8; 2,5] до 6,0 [5,7; 6,3] пг/мл, что практически соответствовало значениям контрольной группы и было достоверно выше показателей группы сравнения на 71,4% (p=0,003). Эти данные подтверждают патогенетическую обоснованность добавления ТЭС к монофармакотерапии постковидной хронической головной боли (табл. 3). Сравнение с результатами других исследований затруднено ввиду отсутствия аналогичных публикаций. Тем не менее, повышение уровня β-эндорфина в ответ на ТЭС ранее описано у пациентов с хронической люмбалгией и фибромиалгией [20-22]. Анальгезирующий эффект β-эндорфина реализуется через ряд взаимосвязанных механизмов, включая подавление ноцицептивной передачи в структурах центральной нервной системы (преимущественно на уровне спинного и головного мозга), блокирование высвобождения возбуждающих нейромедиаторов (в частности, глутамата и субстанции Р) из первичных афферентных окончаний, активацию нисходящих тормозных влияний, а также непосредственное воздействие на опиоидные рецепторы периферических ноцицепторов, особенно в условиях воспалительного фона [23].

Таблица 2

Сравнительная оценка динамики выраженности и частоты полного купирования головной боли в основной группе и группе сравнения

Показатель		Основная группа (n=75)	Группа сравнения (n=75)	P_{1-2}
ВАШ, баллы, Me [Q1; Q3]	исход	5,7 [5,1; 6,2]	5,9 [5,0; 5,9]	0,779
	после лечения	0,9 [0,4; 1,1]; p<0,001	2,0 [1,5; 2,4]; p=0,001	0,036
Купирование ГБ, n (%)	после лечения	68 (90,7)	56 (75,0)	0,016

Примечание: ВАШ – визуально-аналоговая шкала; ГБ – головная боль; p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем; p_{1-2} – значимость различий между показателями основной группы и группы сравнения.

Таблица 3

Динамика показателей в плазме крови β-эндорфина в основной группе и группе сравнения, Me [Q1; Q3]

Показатель		Основная группа (n=75)	Группа сравнения (n=75)	P_{1-2}
β-эндорфин, пг/мл	исход	2,2 [1,8; 2,5]	2,1 [1,9; 2,3]	0,862
	после лечения	6,0 [5,7; 6,3]; p=0,001	3,5 [3,0; 3,9]; p=0,044	0,003

Примечание: p_{1-2} – значимость различий между показателями основной группы и группы сравнения.

Заключение. Проведенное нами исследование показало, что добавление ТЭС к монофармакотерапии у пациентов с ПКС обеспечивает полное купирование хронической головной боли у 90,7% пациентов и приводит к нормализации уровня β-эндорфина. Эти результаты позволяют рассматривать применение ТЭС в качестве эффективного и патогенетически обоснованного компонента комплексного лечения амбулаторных пациентов с ПКС, проявляющегося хронической головной болью.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. De novo post-COVID-19 chronic pain: a piece of information about risk factor and clinical features / F.T. Goncalves, I. Firigato, A.V. Pessotto [et al.] // Pain Rep. – 2025. – Vol. 10. – No. 4. – P. e1287. DOI: 10.1097/PR9.0000000000001287.
2. Global Prevalence of Post COVID-19 Condition or Long COVID: A Meta-Analysis and Systematic Review. / C. Chen, S.R. Haupert, L. Zimmermann [et al.] // J. Infect. Dis. – 2022. – Vol. 226. – P. 1593-1607. DOI: 10.1093/infdis/jiac136.
3. Chhabra, N. Post-COVID Headache: A Literature Review. Curr / N. Chhabra, M.F. Grill, R.B.H. Singh // Pain Headache Rep. – 2022. – Vol. 26. – P. 835-842. DOI: 10.1007/s11916-022-01086-y.
4. Batool-Anwar, S. Long-term Effects of COVID-19 on Sleep Patterns / S. Batool-Anwar, O.S. Fashanu, S.F. Quan//ThoracResPract.–2025.–Vol.26.–No. 1. – P. 9-16. DOI: 105152/ThoracResPract202424013.
5. Cytokine profiles and neurological manifestations in post-COVID syndrome / Y. Desheva, Z. Muruzheva, O. Tumashova [et al.] // Explor Immunol. – 2025. – Vol. 5. – P. 1003184. DOI: 10.37349/ei.2025.100318.
6. Low-dose naltrexone for post-COVID fatigue syndrome: a study protocol for a double-blind, randomised trial in British Columbia / H. Naik, E. Cooke, T. Boulter [et al.] // BMJ Open. – 2024. – Vol. 14. – No. 5. – P. e085272. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-085272.
7. Functionality, physical activity, fatigue and quality of life in patients with acute COVID-19 and Long COVID infection / R. Vélez-Santamaría, J. Fernández-Solana, F. Méndez-López [et al.] // Sci Rep. – 2023. – Vol. 13. – No. 1. – P. 19907. DOI: 10.1038/s41598-023-47218-1.
8. Systematic Review of Changes and Recovery in Physical Function and Fitness after Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus Infection: Implications for COVID-19 Rehabilitation / S. Rooney, A. Webster, L. Paul [et al.] // Phys. Ther. – 2020. – Vol. 100. – P. 1717-1729. DOI: 10.1093/ptj/pzaa129.
9. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations / H.E. Davis, L. McCorkell, J.M. Vogel [et al.] // Nat Rev Microbiol. – 2023. – Vol. 21. – P. 133-146. DOI: 10.1038/s41579-022-00846-2.
10. Захаров, Д.В. Постковидные когнитивные расстройства. Современный взгляд на проблему, патогенез и терапию / Д.В. Захаров, Ю.В. Буряк // Обозрение психиатрии и медицинской психологии им. В.М. Бехтерева. – 2021. – Т. 55. – № 4. – С. 97-105.
11. Хасанова, Д.Р. Постковидный синдром: обзор знаний о патогенезе, нейропсихиатрических проявлениях и перспективах лечения / Д.Р. Хасанова, Ю.В. Житкова, Г.Р. Васкаева // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2021. – Т. 13. – № 3. – С. 93-98.
12. Ахмеджанова, Л.Т. Ведение пациентов с болевыми синдромами на фоне COVID-19 / Л.Т. Ахмеджанова, Т.М. Остроумова, О.А. Солоха // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2021. – Т. 13. – № 5. – С. 96-101.
13. Хайбуллина, Д.Х. Астенический постковидный синдром / Д.Х. Хайбуллина, Ю.Н. Максимов // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2023. – Т. 123. – № 3. – С. 61-69. DOI: 10.17116/jnevro202312303161.
14. Наумов, К.М. Дифференцированный подход к коррекции вегетативных нарушений при постковидном синдроме / К.М. Наумов, Г.О. Андреева, Д.А. Баженов // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40. – № S4. – С. 88-91.
15. Комплексная персонализированная реабилитация пациентов с постковидным синдромом / Н.С. Юбицкая, А.В. Юренко, Н.Г. Косьяненко

[и др.] // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2023. – Т. 4. – С. 32-36. DOI: 10.34215/1609-1175-2023-4-32-36.
16. Неврологические проявления постковидного синдрома и возможности реабилитации / О.Н. Бахарева, С.А. Бахарев, К.Ю. Конов [и др.] // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 16-20.
17. Способ общего электрообезболивания. No3385722/28–13 / Лебедев В.П., Кацнельсон Я.С., Леоско В.А. [и др.] // Бюлл. Открытия. Изобретения. – 1984. – Т. 7. – С. 24.
18. Лебедев, В.П. Транскраниальная электроаналгезия / В.П. Лебедев // Болевой синдром. – Л.: Медицина, 1990. – С. 162-172.
19. Определение распространенности постковидного синдрома и оценка эффективности препарата Кортексин в терапии неврологических нарушений у пациентов с постковидным синдромом. Результаты многоцентровой наблюдательной программы КОРТЕКС / М.В. Путилина, З.Ю. Мутовина, О.В. Курушина [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2022. – Т. 122. – № 1. – С. 84-90.
20. Post Mastectomy Pain Syndrome: A Systematic Review of Prevention Modalities / S.S. Yuksel, A.G. Chappell, B.T. Jackson [et al.] // JPRAS Open. – 2021. – Vol. 31. – P. 32-49. DOI: 10.1016/j.jpra.2021.10.009.
21. Cross-Sectional Comparative Study on Central Sensitization-Psychosocial Associated Comorbidities and Psychological Characteristics in Breast Cancer Survivors with Nociceptive Pain and Pain with Neuropathic Features and without Pain / I. de la Rosa-Díaz, L. Barrero-Santiago, P. Acosta-Ramírez, [et al.] // Life. – 2022. – Vol. 12. – No. 9. – P. 1328. DOI: 10.3390/life12091328.
22. Пособие для врачей о реабилитации больных раком молочной железы / Т.И. Грушина, В.В. Жаворонкова, Г.А. Ткаченко [и др.] // Современная онкология. – 2020. – Т. 22. – № 3. – С. 3-34. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404.
23. Гейн, С.В. Эндоморфины: структура, локализация, иммунорегуляторная активность / С.В. Гейн, Т.А. Баева // Проблемы эндокринологии. – 2020. – Т. 66. – № 1. – С. 78-86. DOI: 10.14341/probl10364.

REFERENCES

1. Goncalves F.T., Firigato I., Pessotto A.V. et al. De novo post-COVID-19 chronic pain: a piece of information about risk factor and clinical features. *Pain Rep*, 2025, vol. 10, no. 4, pp. e1287. DOI: 10.1097/PR9.0000000000001287.
2. Chen C., Haupert S.R., Zimmermann L., Shi X., Fritsche L.G., Mukherjee B. Global Prevalence of Post COVID-19 Condition or Long COVID: A Meta-Analysis and Systematic Review. *J. Infect. Dis*, 2022, vol. 226, pp. 1593-1607. DOI: 10.1093/infdis/jiac136.
3. Chhabra N., Grill M.F., Singh R.B.H. Post-COVID Headache: A Literature Review. *Pain Headache Rep*, 2022, vol. 26, pp. 835-842. DOI: 10.1007/s11916-022-01086-y.
4. Batool-Anwar S., Fashanu O.S., Quan S.F. Long-term Effects of COVID-19 on Sleep Patterns. *Thorac Res Pract*, 2025, vol. 26, no. 1, pp. 9-16. DOI: 10.5152/ThoracResPract.2024.24013.
5. Desheva Y., Muruzheva Z., Tumashova O. et al. Cytokine profiles and neurological manifestations in post-COVID syndrome. *Explor Immunol*, 2025, vol. 5, pp. 1003184. DOI: 10.37349/ei.2025.100318.
6. Naik H., Cooke E., Boulter T. et al. Low-dose naltrexone for post-COVID fatigue syndrome: a study protocol for a double-blind, randomised trial in British Columbia. *BMJ Open*, 2024, vol. 14, no. 5, pp. e085272. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-085272.
7. Velez-Santamaria R., Fernandez-Solana J., Mendez-Lypez F. et al. Functionality, physical activity, fatigue and quality of life in patients with acute COVID-19 and Long COVID infection. *Sci Rep*, 2023, vol. 13, no. 1, pp. 19907. DOI: 10.1038/s41598-023-47218-1.
8. Rooney S., Webster A., Paul L. Systematic Review of Changes and Recovery in Physical Function and Fitness after Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus Infection: Implications for COVID-19 Rehabilitation. *Phys. Ther*, 2020, vol. 100, pp. 1717-1729. DOI: 10.1093/ptj/pzaa129.
9. Davis H.E., McCorkell L., Vogel J.M., Topol E.J. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol*, 2023, vol. 21, pp. 133-146. DOI: 10.1038/s41579-022-00846-2.
10. Zakharov D.V., Burjak Yu.V. The Post-COVID-19 cognitive impairment. A modern view of the problem, pathogenesis and treatment. *V.M. Bekhterev review of psychiatry and medical psychology*, 2021, vol. 55, no. 4, pp. 97-105. (in Russ.)
11. Khasanova D.R., Zhitkova Yu.V., Vaskaeva G.R. Post-covid syndrome: a review of pathophysiology, neuropsychiatric manifestations and treatment perspectives. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2021, vol. 13, no. 3, pp. 93-98. (in Russ.)
12. Akhmedzhanova L.T., Ostroumova T.M., Soloha O.A. Management of patients with pain syndromes associated with COVID-19. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*, 2021, vol. 13, no. 5, pp. 96-101. (in Russ.)
13. Khajbullina D.H., Maksimov Yu.N. Asthenic post-COVID syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2023, vol. 123, no. 3, pp. 61-69. DOI: 10.17116/jnevro20231232303161. (in Russ.)
14. Naumov K.M., Andreeva G.O., Bazhenov D.A. Differentiated approach to the correction of

autonomic disorders in long COVID-19. *Russian Military Medical Academy Reports*, 2021, vol. 40, no. S4, pp. 88-91. (in Russ.)
15. Yubitskaya N.S., Jurenko A.V., Kos'yanenko N.G., Mineeva E.E. Combined rehabilitation after COVID-19 coronavirus infection. *Pacific Medical Journal*, 2023, vol. 4, pp. 32-36. DOI: 10.34215/1609-1175-2023-4-32-36. (in Russ.)
16. Bakhareva O.N., Bakharev S.A., Konov K.Yu. et al. Neurological manifestations of post-COVID syndrome and possibilities of rehabilitation. *Laser Medicine*, 2021, vol. 25, no. 1, pp. 16-20. (in Russ.)
17. Lebedev V.P., Kacnel'son Ya.S., Leosko V.A. et al. The method of general electrical anesthesia. No 3385722/28–13. *Byull. Otkrytiya. Izobreteniya*, 1984, vol. 7, pp. 24. (in Russ.)
18. Lebedev V.P. Transcranial electrical anesthesia. Pain syndrome. Leningrad: Meditsina, 1990. pp. 162-172. (in Russ.)
19. Putilina M.V., Mutovina Z.Yu., Kurushina O.V. et al. Determination of the prevalence of postcovid syndrome and assessment of the effectiveness of the drug Cortexin in the treatment of neurological disorders in patients with post-covid syndrome. Results of the multicenter clinical and epidemiological observational program CORTEX. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*, 2022, vol. 122, no. 1, pp. 84-90. (in Russ.)
20. Yuksel S.S., Chappell A.G., Jackson B.T. et al. Post Mastectomy Pain Syndrome: A Systematic Review of Prevention Modalities. *JPRAS Open*, 2021, vol. 31, pp. 32-49. DOI: 10.1016/j.jpra.2021.10.009. (in Russ.)
21. de la Rosa-Dнaz I., Barrero-Santiago L., Acosta-Ramнrez P. et al. Cross-Sectional Comparative Study on Central Sensitization-Psychosocial Associated Comorbidities and Psychological Characteristics in Breast Cancer Survivors with Nociceptive Pain and Pain with Neuropathic Features and without Pain. *Life*, 2022, vol. 12, no. 9, pp. 1328. DOI: 10.3390/life12091328. (in Russ.)
22. Grushina T.I., Zhavoronkova V.V., Tkachenko G.A. et al. A guide for doctors on the rehabilitation of breast cancer patients. *Journal of Modern Oncology*, 2020, vol. 22, no. 3, pp. 3-34. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404. (in Russ.)
23. Gejn S.V., Baeva T.A. Endomorphins: structure, localization, immunoregulatory activity. *Problems of Endocrinology*, 2020, vol. 66, no. 1, pp. 78-86. DOI: 10.14341/probl10364. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анна Дмитриевна Рубель – председатель Комитета Государственного Совета Республики Крым по здравоохранению, Симферополь, e-mail: rannulya@mail.ru.
Леся Николаевна Гуменюк – доктор медицинских наук, профессор кафедры психиатрии, наркологии, психотерапии с курсом общей и медицинской психологии, Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», Симферополь, e-mail: lesya_gymenyuk@mail.ru.
Юрий Валерьевич Бобрик – доктор медицинских наук, профессор кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины и физиотерапии с курсом физического воспитания, Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», Симферополь, e-mail: yura.bobrik@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anna D. Rubel – Chairman of the Committee of the State Council of the Republic of Crimea on Healthcare, Simferopol, e-mail: rannulya@mail.ru.
Lesya N. Gumenyuk – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Psychiatry, Narcology, Psychotherapy with a Course in General and Medical Psychology, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, e-mail: lesya_gymenyuk@mail.ru.
Yurij V. Bobrik – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Physical Therapy and Sports Medicine and Physiotherapy with a course in Physical Education, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, e-mail: yura.bobrik@mail.ru.

Для цитирования: Рубель, А.Д. Эффективность применения транскраниальной электрической стимуляции при хронической головной боли после перенесенной COVID-19 / А.Д. Рубель, Л.Н. Гуменюк, Ю.В. Бобрик // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_27

For citation: Rubel A.D., Gumenyuk L.N., Bobrik Yu.V. Efficacy of transcranial electrical stimulation in chronic headache following COVID-19. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_27

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_28
УДК 616.8-072.7:615.835–085:618.19-089.888

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_28
UDC 616.8-072.7:615.835–085:618.19-089.888

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ В ИНТЕГРАТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОК С ХРОНИЧЕСКИМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ ПОСЛЕ МАСТЭКТОМИИ: ОЦЕНКА ДИНАМИКИ БОЛИ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

К.А. Строков[1], В.А. Черноротов[2], Л.Н. Гуменюк[2]
[1]Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Крым «Крымский Республиканский Онкологический Клинический Диспансер имени В.М. Ефетова», г. Симферополь, Россия
[2]Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), г. Симферополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель – оценить влияние применения транскраниальной электрической стимуляции в качестве немедикаментозной альтернативы антидепрессантам у пациенток с хроническим болевым синдромом после мастэктомии. ***Методы.*** 90 пациенток были рандомизированы в 2 группы: в основной группе применялась транскраниальная электрическая стимуляция, в группе сравнения – алгоритм интегративной реабилитации с венлафаксином. Эффективность реабилитации спустя 56 дней и катамнез через 6 месяцев оценивали по данным визуально-аналоговой шкалы и шкалы комитета медицинских исследований, гониометрии и опросника качества жизни SF-36. ***Результаты.*** У пациенток основной группы наблюдался достоверно более выраженный эффект: купирование боли достигнуто у 91,1% пациенток (p=0,002), восстановление полной амплитуды отведения в плечевом суставе – у 86,6% (p=0,045), мышечной силы – у 84,4% (p=0,044). Различия по динамике интегрального индекса качества жизни между основной группой и группой сравнения также были достоверно значимыми (p=0,044). ***Заключение.*** Включение транскраниальной электрической стимуляции в алгоритм интегральной реабилитации при хроническом болевом синдроме после мастэктомии обеспечивает более высокую клинико-функциональную эффективность и может рассматриваться как обоснованная альтернатива венлафаксину.

Ключевые слова: хронический болевой синдром после мастэктомии, транскраниальная электрическая стимуляция, боль, функциональный статус, качество жизни.

APPLICATION OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION IN INTEGRATIVE REHABILITATION OF PATIENTS WITH POSTMASTECTOMY CHRONIC PAIN SYNDROME: ASSESSMENT OF PAIN AND QUALITY OF LIFE DYNAMICS

K.A. Strokov[1], V.A. Chernorotov[2], L.N. Gumenyuk[2]
[1]Crimean Republican Oncological Clinical Dispensary named after V. M. Efetov, Simferopol, Russia
[2]Order of the Red Banner of Labor of the Medical Institute named after S.I. Georgievsky (structural unit of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University), Simferopol, Russia

Abstract. ***Introduction***. Objective of the study – to evaluate the effect of transcranial electrical stimulation as a non-drug alternative to antidepressants in patients with chronic post-mastectomy pain syndrome. ***Methods.*** The study included 90 patients who were randomized into two groups: the main group (n=45) – transcranial electrical stimulation was used as an alternative to venlafaxine, the comparison group (n=45) – an algorithm of integrative rehabilitation with venlafaxine. The effectiveness of rehabilitation after 56 days and the sustainability of the achieved results (6-month follow-up) were assessed using the Visual Analogue Scale and the Medical Research Council Scale, goniometry and the SF-36 quality of life questionnaire. ***Results.*** The patients of the main group demonstrated a significantly more pronounced effect: pain relief was achieved in 91.1% of patients (p=0.002), restoration of the full range of abduction in the shoulder joint – in 86.6% (p=0.045), muscle strength – in 84.4% (p=0.044). The differences in the dynamics of the integral index of quality of life between the main group and the comparison groups were also significantly significant (p=0.044). ***Conclusion.*** The inclusion of transcranial electrical stimulation in the algorithm of integral rehabilitation for chronic post-mastectomy pain syndrome provides higher clinical and functional effectiveness and can be considered as a reasonable alternative to venlafaxine.

Keywords: postmastectomy chronic pain syndrome, transcranial electrical stimulation, pain, functional status, quality of life.

Введение. Несмотря на то, что десятилетняя выживаемость при раке молочной железы в настоящее время достигает 83%, значительная часть пациенток после радикального лечения сталкивается с формированием постмастэктомического синдрома [1]. Одним из его наиболее частых проявлений является хроническая боль, выявляемая у 20-50% пациенток и сопровождающаяся выраженным ухудшением функционального статуса, качества жизни и трудоспособности [2].

В российской клинической практике мультимодальная реабилитация пациенток с хроническим болевым синдромом после мастэктомии (ХБСПМ) преимущественно осуществляется в соответствии с алгоритмом, предложенным Т.И. Грушиной и соавт. [3], основанным на биопсихосоциальной концепции хронической боли. В структуру алгоритма входят три основных компонента: фармакотерапия (в качестве базового), физиотерапевтические вмешательства (лечебная физкультура, массаж, магнитотерапия) и психосоциальные интервенции (включая когнитивно-поведенческую терапию). Фармакотерапия, как правило, включает назначение антиконвульсанта (в частности, прегабалина) в сочетании с антидепрессантом из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина и норадреналина (СИОЗСН) (чаще венлафаксина), что позволяет уменьшить ограничения, присущие монотерапии [4]. Вместе с тем применение венлафаксина нередко сопровождается развитием побочных эффектов, снижающих переносимость терапии и приверженность лечению [5, 6], что в итоге может негативно сказаться на общей эффективности реабилитационного процесса. В этой связи сохраняется необходимость разработки и клинического внедрения альтернативных физиотерапевтических методов, обладающих сопоставимой или превосходящей эффективностью при более благоприятном профиле безопасности. Одним из таких методов является транскраниальная электрическая стимуляция (ТЭС) – неинвазивная технология нейромодуляции, механизм действия которой связан с модуляцией активности эндогенных опиоидных систем и повышением уровня β-эндорфина. Это обусловливает не только анальгезирующее, но и психомодулирующее действие за счет нейроиммуноэндокринной регуляции. Однако рандомизированные контролируемые исследования (РКИ) призваны оценить влияние ТЭС в качестве альтернативы антидепрессантам СИОЗСН (в частности венлафаксину) в составе алгоритма интегративной реабилитации (АИР) на выраженность боли, показатели функционального статуса и качества жизни у пациенток с ХБСПМ.

Цель исследования – оценить влияние ТЭС, применяемой в качестве альтернативы антидепрессантам (в частности венлафаксину) в составе алгоритма интегративной реабилитации, на выраженность боли, показатели функционального статуса и качества жизни у пациенток с ХБСПМ.

Методы и организация исследования. Проведено проспективное РКИ, в которое включены 90 амбулаторных пациенток с ХБСПМ, проходивших лечение в ГБУЗ РК «Симферопольский центр паллиативной помощи», г. Симферополь.

В исследовании участвовали женщины в возрасте от 18 до 70 лет с верифицированным диагнозом неметастатического рака молочной железы (истинно раннего или местно-распространенного, стадии I-IIIA по классификации TNM), перенесшие радикальную мастэктомию. Обязательными условиями включения являлось наличие хронического нейропатического болевого синдрома, сохраняющегося не менее 3 месяцев после операции и подтвержденного по шкале для диагностики нейропатической боли (Douleur Neuropathique 4, DN4), с интенсивностью боли не ниже 4 баллов по визуально-аналоговой шкале (Visual Analogue Scale, VAS), а также наличие нарушений сна (≥ 8 баллов по шкале Insomnia Severity Index, ISI) и/или признаков депрессивной симптоматики (>7 баллов по шкале Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS).

Из исследования исключались пациентки с установленным метастатическим процессом, рецидивом опухоли, наличием выраженных когнитивных нарушений, тяжелых соматических или психических заболеваний в стадии декомпенсации, а также с эпилепсией, кардиостимулятором, непереносимостью воздействия физических

факторов, применяемых в интегративной реабилитации или приемом препаратов прегабалина и венлафаксина, отказом от участия.

Все пациентки были распределены методом рандомизации на две группы: в основной группе (ОГ, n=45) применялась ТЭС в качестве альтернативы венлафаксину в рамках предложенного АИР, в группе сравнения (ГС, n=45) – предложенный АИР. Исходно группы пациенток были сопоставимы по социально-демографическим, клинико-анамнестическим и онкологическим характеристикам (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пациенток основной группы (ОГ) и группы сравнения (ГС)

Показатель	Группа	Значения	P<
Возраст, годы, Me [Q1; Q3]	ОГ	38,1 [37,2; 44,4]	0,997
	ГС	38,1 [37,2; 44,4]	
ИМТ, кг/м², Me [Q1; Q3]	ОГ	26,2 [24,8; 29,0]	0,971
	ГС	26,2 [24,8; 29,0]	
В менопаузе/ вне менопаузы, n (%)	ОГ	6 (13,3%) / 39 (86,7%)	0,748
	ГС	5 (11,1%) / 40 (88,9%)	
Истинно ранний РМЖ, n (%)	ОГ	15 (33,3%)	1,0
	ГС	15 (33,3%)	
Местно-распространенный РМЖ, n (%)	ОГ	30 (66,7%)	
	ГС	30 (66,7%)	
IIA стадия, n (%)	ОГ	14 (31,1%)	0,96
	ГС	14 (31,1%)	
IIB стадия, n (%)	ОГ	16 (35,6%)	
	ГС	15 (33,3%)	
IIIA стадия, n (%)	ОГ	15 (33,3%)	
	ГС	16 (35,6%)	
Люминальный А подтип, n (%)	ОГ	17 (37,8%)	1,0
	ГС	17 (37,8%)	
Люминальный В подтип, n (%)	ОГ	14 (31,1%)	
	ГС	13 (28,9%)	
Трижды негативный подтип, n (%)	ОГ	7 (15,6%)	
	ГС	8 (17,8%)	
HER2-позитивный подтип, n (%)	ОГ	7 (15,6%)	
	ГС	7 (15,6%)	
Химиотерапия неоадъювантная, n (%)	ОГ	24 (53,3%)	0,831
	ГС	25 (55,6%)	
РМЭ, n (%)	ОГ	28 (62,2%)	1,0
	ГС	28 (62,2%)	
РМЭ с РПК, n (%)	ОГ	17 (37,8%)	
	ГС	17 (37,8%)	

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; РМЖ – рак молочной железы; РМЭ – радикальная мастэктомия по Маддену; РМЭ с РПК – радикальная мастэктомия с расширенной подкожной кожесохраняющей резекцией; Р – значимость различий между показателями ОГ и ГС.

Пациентки ГС получали АИР [3], который включал фармакотерапию: прием прегабалина в течение 8 недель (56 дней) в дозе 1200 мг/сут и венлафаксина в средней терапевтической дозе 150 мг/сут + физиотерапию: лечебно-гимнастические упражнения – продолжительность занятия 30 минут, ежедневно, один раз в сутки, курсом из 10 занятий; миофасциальный массаж – продолжительность сеанса 45-60 минут, 2-3 раза в неделю, один раз в сутки, курсом 8-12 сеансов; низкочастотная магнитотерапия с использованием переменного магнитного поля частотой 50 Гц в непрерывном или пульсирующем режиме, индукция – 40 мТл, продолжительность – 20 минут, курсом из

10 сеансов, проводимых через день, а также применение абдоминального дыхания для снятия болевого синдрома, выполняемого в домашних условиях 2-3 раза в день по 2-3 подхода (10 циклов в каждом подходе), продолжительность сеанса 8-15 минут с перерывом 1-2 минуты между подходами, 2 раза в день (утром и вечером); психологическое воздействие в форме групповой когнитивно-поведенческой психотерапии, структурированной как образовательная программа, курсом из 4 сессий продолжительностью 50 минут, один раз в неделю (в дни, свободные от процедур магнитотерапии). У пациенток ОГ интегративная реабилитация проводилась по аналогичному алгоритму за исключением фармакотерапии: вместо венлафаксина применялась ТЭС с использованием аппарата «Трансаир-01» (ООО «Медозон», г. Москва, регистрационное удостоверение Министерства здравоохранения РФ № 29/03020397/1493-01) по лобно-височной методике с использованием импульсного биполярного тока частотой 77,5 Гц и силой тока в пределах от 1 до 3 мА, продолжительность одного сеанса – 30 минут, ежедневно, курсом 15 сеансов.

Эффективность интегративной реабилитации оценивалась на 56-й день по завершении курса фармакотерапии на основании сопоставления показателей боли, измеренных по шкале Visual Analogue Scale (VAS), амплитуды отведения плечевого сустава верхней конечности на стороне операции по данным гониометрии, мышечной силы верхней конечности на стороне операции по шкале Medical Research Council (MRC) и показателей качества жизни, измеренных с помощью опросника Short Form-36 Health Survey Questionnaire (SF-36), с исходными значениями.

Для статистической обработки полученных данных использовался программный пакет Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США). Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) с интерквартильным размахом [Q1; Q3], качественные – в виде долей и абсолютных значений. Для оценки изменений количественных показателей в динамике внутри группы применяли критерий Вилкоксона. Сравнительный анализ количественных данных между группами проводился с использованием U-критерия Манна-Уитни, качественных – с помощью критерия χ^2. Уровень статистической значимости определяли при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящем исследовании представлены результаты применения ТЭС в качестве альтернативы антидепрессанту венлафаксину в составе предложенного АИР у амбулаторных пациенток с ХБСПМ. Насколько нам известно, это первое РКИ, в котором продемонстрирован такой опыт.

Согласно полученным результатам (табл. 2), спустя 56 дней реабилитации в обеих группах наблюдалось достоверное снижение индекса боли по шкале VAS ($p<0,001$), но более выраженное в ОГ: разница медианных изменений относительно группы сравнения составила 1,0 балл при 95% ДИ: -2,19 – -0,64 ($p=0,002$). В итоге полное купирование болевого синдрома было достигнуто у 41 пациентки (91,1%) в основной группе и у 34 пациенток (75,6%) в группе сравнения (ОШ 1,21 при 95% ДИ: 1,02-1,40; $p=0,017$). По данным катамнестического наблюдения (через 6 месяцев), в ОГ сохранялись стабильные результаты, тогда как в группе сравнения отмечено снижение эффективности (ОР 1,32 при 95% ДИ: 1,05-1,67; $p=0,011$). Полученные данные подтверждают, что ТЭС может рассматриваться как клинически значимый инструмент для достижения устойчивого анальгезирующего эффекта при ХБСПМ.

Более выраженный анальгезирующий эффект в ОГ обусловил значимое восстановление функциональных показателей верхней конечности на стороне операции: амплитуда отведения в плечевом суставе восстановилась у 39 пациенток (86,6%), а мышечная сила (5 баллов по шкале MRC) – у 38 (84,4%). В ГС аналогичные показатели были ниже – 30 (66,6%) и 28 (62,2%) соответственно ($p=0,045$ и $p=0,044$). Согласно результатам катамнестического наблюдения (через 6 месяцев), в ОГ достигнутые показатели сохранялись либо демонстрировали положительную динамику по ряду параметров: физическое здоровье, ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, социальная активность (табл. 3).

Таблица 2

Сравнительная оценка анальгезирующего эффекта
в основной группе (ОГ) и группе сравнения (ГС)

Показатель		ОГ (n=45)	ГС (n=45)	P_{1-2}
VAS, баллы Me [Q1; Q3]	исход	6,8 [5,8; 7,3]	6,9 [5,7; 7,6]	0,812
	динамика	0,7 [0,5; 1,2]; p<0,001	1,7 [0,8; 2,4]; p<0,001	0,002
Полное купирование боли, n (%)	динамика	41 (91,1)	34 (75,6)	0,017

Примечание: VAS – Visual Analogue Scale, визуально-аналоговая шкала боли; p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем; p_{1-2} – значимость различий между показателями ОГ и ГС.

Таблица 3

Сравнительная оценка функционального эффекта
в основной группе (ОГ) и группе сравнения (ГС)

Показатель		ОГ (n=45)	ГС (n=45)	P_{1-2}
Угол отведения, градусы, Me [Q1; Q3]	исход	58,1 [49,6; 68,0]	59,0 [51,9; 67,5]	0,789
	динамика	86,1[84,1; 89,9] p<0,001	76,9 [72,3; 84,1] p<0,001	0,035
Восстановление амплитуды отведения, n (%)	динамика	39 (86,6)	30 (66,6)	0,045
Мышечная сила по MRC, баллы Me [Q1; Q3]	исход	3,2 [3,0; 3,8]	3,4 [3,1; 3,7]	0,081
	динамика	4,4 [4,1; 4,9] p=0,003	4,2 [3,9; 4,7] p=0,010	0,037
Восстановление мышечной силы, n (%)	динамика	38 (84,4)	28 (62,2)	0,044

Примечание: MRC – Medical Research Council, шкала количественной оценки мышечной силы; p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем; p_{1-2} – значимость различий между показателями ОГ и ГС.

Купирование боли и восстановление функции верхней конечности на стороне операции являются приоритетными задачами реабилитации, поскольку напрямую определяют качество жизни (КЖ) пациенток. В подтверждение в основной группе спустя 56 дней реабилитации, по данным опросника SF-36, были зафиксированы достоверно более высокие показатели как по физическому (p=0,042), так и по психологическому (p=0,041) компонентам КЖ, а также по отдельным шкалам: болевая интенсивность (p=0,024), общее состояние здоровья (p=0,031), физическая активность (p=0,024), ролевое функционирование, обусловленное психоэмоциональным состоянием (p=0,038), психоэмоциональное состояние (p=0,044). Итоговый интегральный показатель КЖ в ОГ был почти в 1,5 раза выше, чем в ГС (p=0,044). Согласно результатам катамнестического наблюдения (через 6 месяцев), в основной группе достигнутые эффекты сохранялись, либо демонстрировали положительную динамику по ряду параметров: физическое здоровье, ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием, социальная активность. Итоговый балл КЖ по шкале SF-36 составил 82,6, тогда как в группе сравнения наблюдалась тенденция к снижению значений по шкалам боли, психоэмоционального статуса, психического здоровья и итогового интегрального показателя КЖ (табл. 4).

Таким образом, ТЭС не только демонстрирует более высокую эффективность в отношении купирования боли, восстановления функции верхней конечности на стороне операции и улучшения КЖ пациенток с ХБСПМ в краткосрочной перспективе, но и обеспечивает более стойкое сохранение достигнутого клинического улучшения (не менее 6 месяцев). Можно предположить, что выявленное преимущество ТЭС обусловлено принципиальными различиями в механизмах действия по сравнению с венлафаксином. ТЭС, реализуя модуляцию нейрофизиологических процессов на системном уровне, активирует эндогенные антиноцицептивные механизмы, включая секрецию β-эндорфинов, повышение активности серотонинергической и ГАМК-ергической нейротрансмиссии, а также

нормализацию вегетативного гомеостаза. Кроме того, известна способность ТЭС оказывать модулирующее влияние на нейроиммуноэндокринную регуляцию, тем самым обеспечивая гомеостатическое и саногенетическое действие, способствующее формированию устойчивого клинического эффекта [8]. В отличие от этого, венлафаксин действует преимущественно на уровне симптоматической коррекции за счет ингибирования обратного захвата серотонина и норадреналина. Такой механизм требует постоянного поддерживающего приема препарата и не вовлекает центральные адаптационные регуляторные контуры. Снижение эффективности в отсроченном периоде у пациенток, получавших венлафаксин, может быть связано с отменой препарата или истощением фармакологически индуцированных адаптационных резервов. Представленные данные подчеркивают потенциал ТЭС в качестве альтернативы антидепрессантам СИОЗС (в частности венлафаксину) в составе АИР при ХБСПМ.

Таблица 4

Сравнительная оценка изменений показателей качества жизни по опроснику SF-36 в основной группе (ОГ) и группе сравнения (ГС), Me [Q1; Q3]

Показатель		ОГ (n=45)	ГС (n=45)	P_{1-2}
ИИ КЖ, баллы	исход	46,7 [45,3; 49,6]	46,9 [45,9; 49,2]	0,732
	динамика	82,1 [80,5; 83,1] p<0,001	74,2 [71,2; 75,6] p<0,001	0,044
ФК КЖ, баллы	исход	46,5 [44,3; 48,8]	46,0 [44,8; 48,5]	0,888
	динамика	82,7 [80,9; 83,6] p<0,001	72,5 [70,5; 75,0] p<0,001	0,042
ПК КЖ, баллы	исход	45,3 [43,9; 47,1]	45,5 [44,2; 47,7]	0,790
	динамика	81,7 [80,4; 82,6] p<0,001	73,0 [71,0; 75,6] p<0,001	0,041

Примечание. ИИ – итоговый индекс; ФК – физический компонент; ПК – психический компонент; КЖ – качество жизни; p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем; p_{1-2} – значимость различий между показателями ОГ и ГС.

Заключение. В рамках проведенного нами исследования установлено, что включение ТЭС в предложенный план реабилитационного лечения в качестве альтернативы венлафаксину обеспечивает высокую клиническую и функциональную эффективность, а также способствует выраженному и устойчивому улучшению качества жизни. Полученные данные позволяют рассматривать ТЭС как эффективную альтернативуантидепрессантам СИОЗСН в рамках интегративной реабилитации пациенток с хроническим болевым синдромом после мастэктомии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The Effect of Exercise on Pain in People with Cancer: A Systematic Review with Meta-analysis / M.L. Plinsinga, B. Singh, G.L. Rose [et al.] // Sports Med. – 2023. – Vol. 53. – No. 9. – P. 1737-1752. DOI: 10.1007/s40279-023-01862-9.
2. Herndon C. Persistent Post-Mastectomy Pain: Risk Factors and Current Approaches to Treatment / R.C. Tait, K. Zoberi, M. Ferguson [et al.] // J Pain. – 2018. – Vol. 19. – No. 12. – P. 1367-1383. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.06.002.
3. Пособие для врачей о реабилитации больных раком молочной железы / Т.И. Грушина, В.В. Жаворонкова, Г.А. Ткаченко [и др.] // Современная Онкология. – 2020. – Т. 22. – № 3. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404.
4. Невропатическая боль: клинические рекомендации по диагностике и лечению Российского общества по изучению боли / О.С. Давыдов, Н.Н. Яхно, М.Л. Кукушкин [и др.] // Российский журнал боли. – 2018. – Т. 58. – № 4. – С. 5-41.
5. Efficacy of venlafaxine for the relief of taxane and oxaliplatin-induced acute neurotoxicity: a single-center retrospective case-control study / T. Kus, G. Aktas, G. Alpak [et al.] // Support Care Cancer. – 2016. – Vol. 24. – No. 5. – P. 2085-2091. DOI: 10.1007/s00520-015-3009-x.
6. Venlafaxine for neuropathic pain in adults / H.C. Gallagher, R.M. Gallagher, M. Butler [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. – 2015. – Vol. 2015. – No. 8. – P. Cd011091. DOI: 10.1002/14651858.CD011091.pub2.

7. Транскраниальная электростимуляция / А.В. Малыгин, А.А. Хадарцев, А.Р. Токарев [и др.]. – М.: 2021. – 224 с.
8. Predictors of outcome following venlafaxine extended-release treatment of DSM-IV generalized anxiety disorder: a pooled analysis of short- and long-term studies / M.H. Pollack, P. Meoni, M.W. Otto // J Clin Psychopharmacol. – 2003. – Vol. 23. – No. 3. – P. 250-259. DOI: 10.1097/01.jcp.0000084025.22282.84.

REFERENCES

1. Plinsinga M.L., Singh B., Rose G.L. et al. The Effect of Exercise on Pain in People with Cancer: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med*, 2023, vol. 53, no. 9, pp. 1737-1752. DOI: 10.1007/s40279-023-01862-9.
2. Tait R.C., Zoberi K., Ferguson M. et al. Persistent Post-Mastectomy Pain: Risk Factors and Current Approaches to Treatment. *J Pain*, 2018, vol. 19, no. 12, pp. 1367-1383. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.06.002.
3. Grushina T.I., Zhavoronkova V.V., Tkachenko G.A, Kovalenko N.V., Lysenko M.A. A guide for doctors on the rehabilitation of breast cancer patients. *Journal of Modern Oncology*, 2020, vol. 22, no. 3, pp. 3-34. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404 (in Russ.)
4. Davydov O.S., Jahno N.N., Kukushkin M.L. et al. Neuropathic pain: clinical guidelines on the diagnostics and treatment from the Russian Association for the Studying of Pain. *Russian Journal of Pain*, 2018, vol. 58, no. 4, pp. 5-41. (in Russ.)
5. Kus T., Aktas G., Alpak G., Kalender M.E., Sevinc A., Kul S., Temizer M., Camci C. Efficacy of venlafaxine for the relief of taxane and oxaliplatin-induced acute neurotoxicity: a single-center retrospective case-control study. *Support Care Cancer*, 2016, vol. 24, no. 5, pp. 2085-2091. DOI: 10.1007/s00520-015-3009-x.
6. Gallagher H.C., Gallagher R.M., Butler M., Buggy D.J., Henman M.C. Venlafaxine for neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, vol. 2015, no. 8, p. Cd011091. DOI: 10.1002/14651858.CD011091.pub2.
7. Malygin A.V., Khadartsev A.A., Tokarev A.R., Naumova E.M., Valentinov B.G., Trusov S.V. Transcranial electrical stimulation. Moscow: 2021. 224 p. (in Russ.)
8. Pollack M.H., Meoni P., Otto M.W., Simon N., Hackett D. Predictors of outcome following venlafaxine extended-release treatment of DSM-IV generalized anxiety disorder: a pooled analysis of short- and long-term studies. *J Clin Psychopharmacol*, 2003, vol. 23, no. 3, pp. 250-9. DOI: 10.1097/01.jcp.0000084025.22282.84.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кирилл Александрович Строков – врач-рентгенолог, врач-УЗД отделения лучевой диагностики Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Республики Крым «Крымский Республиканский Онкологический Клинический Диспансер имени В.М. Ефетова», Симферополь, e-mail: strokovk@mail.ru.
Владимир Алексеевич Черноротов – доктор медицинских наук, профессор, Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт имени С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, e-mail: chernorotov.csmu@mail.ru.
Леся Николаевна Гуменюк – доктор медицинских наук, профессор, Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», Симферополь, e-mail: lesya_gymenyuk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Kirill A. Strokov – Radiologist, Ultrasound Diagnostics Specialist of the Department of Radiology, Crimean Republican Oncological Clinical Dispensary named after V.M. Efetov, Simferopol, e-mail: strokovk@mail.ru.
Vladimir A Chernorotov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, e-mail: chernorotov.csmu@mail.ru.
Lesya N. Gumenyuk – Doctor of Medical Sciences, Professor, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, e-mail: lesya_gymenyuk@mail.ru.

Для цитирования: Строков, К.А. Применение транскраниальной электрической стимуляции в интегративной реабилитации пациенток с хроническим болевым синдромом после мастэктомии: оценка динамики боли и качества жизни / К.А. Строков, В.А. Черноротов, Л.Н. Гуменюк // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_28

For citation: Strokov K.A., Chernorotov V.A., Gumenyuk L.N. Application of transcranial electrical stimulation in integrative rehabilitation of patients with postmastectomy chronic pain syndrome: assessment of pain and quality of life dynamics. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_28

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_29
УДК 615.834

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_29
UDC 615.834

ОБОСНОВАНИЕ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ КУРОРТА СЕРГИЕВСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

А.П. Тычинина, Ю.В. Корягина, В.В. Корнева, А.С. Караваева
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Лечебно-оздоровительный потенциал Самарской области базируется на запасах лечебных грязей и минеральных вод, которые в сочетании с климатом и живописным ландшафтом создают оптимальные условия для восстановления здоровья. Целью работы являлось обоснование лечебно-оздоровительного потенциала Самарской области на примере курорта Сергиевские Минеральные Воды. ***Методы.*** Исследование включало в себя практическую часть с определением микроклиматических параметров на местности. С применением методических рекомендаций рассчитывался биоклиматический потенциал. ***Результаты.*** Микроклиматические показатели исследуемой территории находятся в пределах нормы и обуславливают благоприятные условия для проведения оздоровительных процедур. Биоклиматический потенциал Самарской области по принятой в курортологии модульной технологии достигает 1,76 из 3 баллов. ***Заключение.*** Лечебно-оздоровительный потенциал Самарской области подтвержден исследованиями.

Ключевые слова: Самарская область, Сергиевские Минеральные Воды, климат, лечебно-оздоровительный потенциал, климатотерапия.

SUBSTANTIATION OF THE THERAPEUTIC AND RECREATIONAL POTENTIAL OF THE SAMARA OBLAST ON THE EXAMPLE OF THE SERGIEVSKY MINERAL WATERS RESORT

A.P. Tychinina, Yu.V. Koryagina, V.V. Korneva, A.S. Karavaeva
North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The Samara Oblast's therapeutic potential is based on its reserves of therapeutic mud and mineral water, which, when combined with its climate and picturesque landscape, create ideal conditions for restoring health. The aim of the work was to investigate the therapeutic and recreational potential of the Samara Oblast on the example of the Sergievsky Mineral Waters resort. ***Methods.*** We conducted a practical part to identify microclimatic conditions in the area and calculated the bioclimatic potential using methodological guidelines. ***Results.*** Our findings show that the microclimatic parameters of the studied area fall within normal ranges and create favorable conditions for recreational activities. According to modular technology used in balneology, the bioclimatic potential of Samara Oblast reaches 1.76 points out of 3. ***Conclusion.*** The study confirms the therapeutic and recreational potential of Samara Oblast, demonstrating the benefits of its natural resources for health and recreation.

Keywords: Samara Oblast, Sergievsky Mineral Waters, climate, therapeutic potential, climate therapy.

Введение. Курорт Сергиевские Минеральные Воды, расположенный в п. Серноводск, является одним из старейших на территории Российской Федерации. Ландшафтный контраст между лесами, поймами рек и открытыми степными просторами Заволжья создает здесь специфический микроклимат. Его ключевая особенность – ослабленная континентальность, что формирует исключительно благоприятную среду для восстановления здоровья [1]. Микроклимат курортной зоны Самарской области обладает высоким терапевтическим потенциалом для широкого круга пациентов. Особую пользу местный климат приносит лицам с кардиологическими заболеваниями и с заболеваниями опорно-двигательного аппарата [2].

Критериями, определяющими превосходство курорта Сергиевские Минеральные Воды над прочими курортами, является наличие собственной бальнеотерапевтической базы и климатических условий, позволяющих осуществлять санаторное лечение и реабилитацию в течение всех двенадцати месяцев года [3].

Изучение лечебно-оздоровительного микроклиматического потенциала Самарской области на примере курорта

Сергиевские Минеральные Воды проведено в связи с подготовкой и выдачей специальных медицинских заключений на лечебный климат в соответствии с требованиями постановления Правительства РФ от 27.05.2024 № 681 «О подготовке и выдаче специальных медицинских заключений».

Цель работы – оценить лечебно-оздоровительный потенциал Самарской области на примере курорта Сергиевские Минеральные Воды.

Методы и организация исследования. Вся работа включала теоретический анализ, клинические исследования и определение микроклиматических параметров: температуры, влажности, давления воздуха, уровня радиационного загрязнения гамма-излучения, количества аэрозольных частиц различных размерных градаций (PM 2,5, PM 10 мг/м³) в приземной атмосфере, кислорода и углекислого газа в атмосферном воздухе (на уровне дыхания 1,5 м), концентрации легких аэроионов положительного и отрицательного заряда на территории Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Медицинский реабилитационный центр» «Сергиевские минеральные воды» Федерального медико-биологического агентства России, расположенной на высоте 69-109 м над уровнем моря. В данной статье приведены только результаты исследования микроклимата.

В работе использовались приборы: малогабаритный счетчик аэроионов МАС-01, дозиметр-РадиаСкан-801, анализатор аэрозоля Temtop P600, измеритель качества воздуха ИКВ-8, люксметр.

Ландшафтно-климатический (биоклиматический) потенциал Самарской области на примере курорта Сергиевские Минеральные Воды рассчитывался в соответствии с методическими рекомендациями МР ФМБА России 13-2021 «Методика оценки ландшафтно-климатического потенциала курортов и лечебно-оздоровительных местностей» [4].

Данные проанализированы и систематизированы с помощью стандартных методов описательной статистики и представлены в таблицах и диаграммах. Результаты микроклиматических показателей представлены как среднее арифметическое.

Результаты исследования и их обсуждение. ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России расположен в зоне умеренного-континентального климата, в северной части области.

Лесостепи, окружающие санаторий, создают высокий уровень увлажнения и устойчивости к снежным покровам [5].

Скорость ветра в области варьируется от 2 до 15 м/с. Наблюдаются суточные и сезонные изменения ветрового режима: максимум скорости отмечается в дневное время, минимум – в ночное. Наименьшая средняя скорость ветра регистрируется в июле-августе [6].

Холодный период, когда среднемесячные температуры устойчиво опускаются ниже 0 °С, продолжается с ноября по март. Самый холодный месяц – январь, со средними значениями -10,9 °С. Летний сезон отличается комфортным теплом, где в самый теплый месяц, июль, значения температуры воздуха варьируют в пределах от 20,7 °С до 22,0 °С. Среднегодовая температура колеблется в пределах 5,1-6,3 °С [7]. Продолжительность безморозного периода по области в пределах 125-145 дней [8].

Годовая сумма осадков составляет 444-549 мм с наибольшими значениями в летний период [9].

Исследования микроклиматических показателей осуществлялись по 9 точкам на территории санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России, значения представлены в таблице.

Высокая чистота воздуха на исследуемой территории характеризуется низким содержанием углекислого газа (421 количество единиц/млн) относительно нормы (до 450 количество единиц/млн), высоким содержанием кислорода (20,9%), наличием высокой аэроионизации воздуха и низким коэффициентом униполярности (1554,3/0,9).

На территории ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России произрастают следующие виды растений: береза (*betula*), липа (*tilia*), тополь (*populus*), ель (*picea*), клен (*clennis*), ясень (*fraxinus*), вяз (*ulmus*), рябина (*sorbus*), ольха (*alnus*), верба (*voluptas*) и др. Из кустарников встречаются спирея (*spirae*), сирень (*syringa*),

лапчатка (*pentapetes*). Разнотравье представлено снытью (*somnia*), подорожником (*plantago*), одуванчиком (*aphaca*), клевером (*trifolium*) и др.

Таблица

Показатели микроклиматических модулей на территории санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России

№ ПП	Т, °С	ОВ, %	ДВ, гПа	O_2, %	CO_2, ppm, кол-во единиц/млн	∑ [(N-)+(N+)] /КУИ, фон	О/К, Klux
1	11,2	72	752	20,63	444	1670/0,9	7,49/5,3
2	10,3	75	753	20,79	403	1590/0,9	7,68/4,7
3	10,4	75	752	20,92	409	1650/0,8	7,38/-
4	10,3	75	751	21	406	1400/0,8	11,5/5,4
5	10,4	76	751	21,04	435	1700/0,9	9,3/-
6	11,3	63	759	20,74	441	1420/0,9	7,98/-
7	10,9	66	759	20,95	422	1450/0,9	6,91/5,4
8	10,2	67	759	21,05	413	1630/0,9	7,11/4,9
9	10,5	70	760	21,21	416	1710/0,9	10,9/8,3
М	10,6	71	755,1	20,9	421	1554,3/0,9	8,5/5,7

Примечание: ПП – пробная площадка; Т, °С – температура воздуха; ОВ, % – относительная влажность; ДВ, гПа – давление воздуха; O_2, % – содержание кислорода в приземном слое атмосферы; CO_2, ppm, кол-во ед./млн – содержание углекислого газа в приземном слое атмосферы; ∑[(N-)+(N+)] /КУИ – фон аэроионизации, ион/см^3; О/К – освещенность (Klux), освещенность на открытом месте (О), освещенность под кроной (К); М – среднее арифметическое.

Не менее важным показателем, свидетельствующем о чистоте воздуха, считается уровень аэрозольных частиц приземного слоя атмосферы в размерном диапазоне PM 2,5 (мельчайшие частицы размером от 0,001 до 2,5 мкм) и PM 10 (относительно крупные частицы размером от 2,5 до 10 мкм). На территории санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России данные показатели не превышали установленных нормативов, соответствуя особо благоприятным условиям (рис. 1, 2).

Радиационно-экологическое исследование территории санатория показало, что мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения была в пределах нормы (0,5 мкЗв/ч) на всей территории (0,06-0,15 мкЗв/ч), что говорит об отсутствии радиационного загрязнения в п. Серноводск (рис. 3).

Микроклиматические показатели территории расположения санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России находятся в пределах нормы и обуславливают благоприятные условия для проведения оздоровительных процедур с применением различных видов климатотерапии. Физическая активность обеспечивает улучшение метаболизма и снижение возбудимости нервной системы, а пребывание на открытом воздухе ускоряет обменные процессы в организме, укрепляет сосуды, улучшает работу сердца, возбуждает мозговую деятельность, повышая общий тонус организма.

Биоклиматический потенциал Самарской области по принятой в курортологии модульной технологии достигает 1,76 балла из 3-х возможных, что соответствует высокой категории медико-климатических условий.

Согласно данным базы «Биоклиматические показатели индекса комфортности погоды поселка Серноводск Самарской области за 2010-2025 гг.», среднегодовая температура воздуха на станции Серноводск составляет 5,6 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха – 69%. Атмосферное давление – 763,4 мм рт. ст. [11].

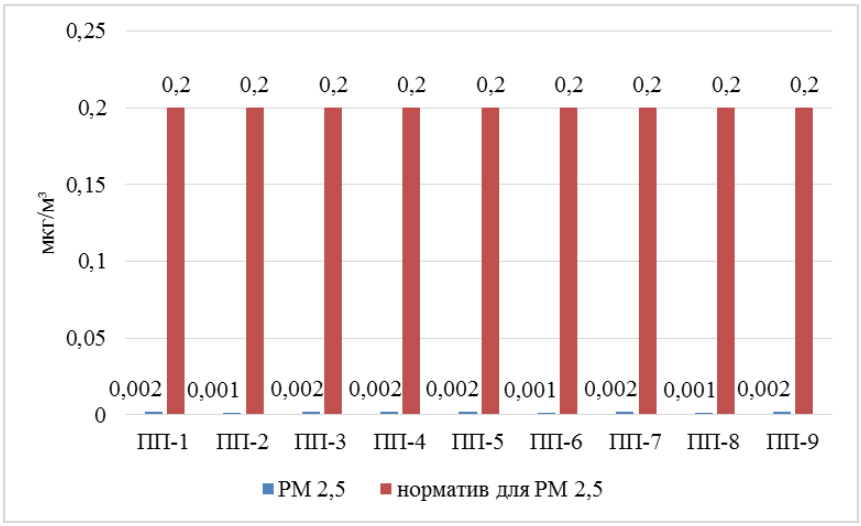


Рис. 1. Аэрозольное загрязнение приземной атмосферы частицами РМ 2,5 на территории ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России, ПП – пробная площадка

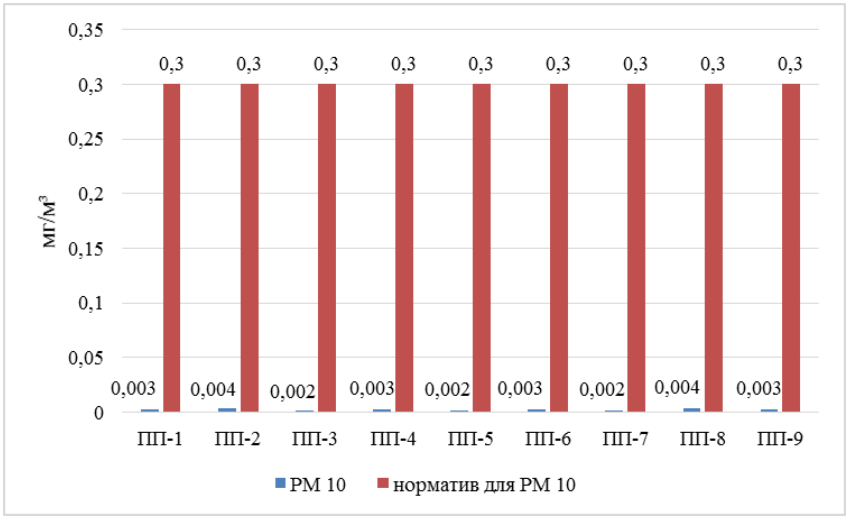


Рис. 2. Аэрозольное загрязнение приземной атмосферы частицами РМ 10 на территории ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России, ПП – пробная площадка

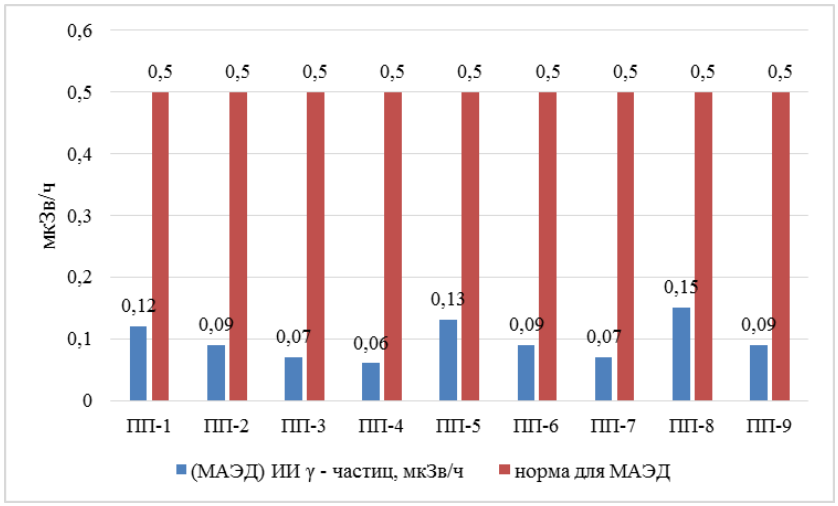


Рис. 3. Загрязнение амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения территории ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России (норма – не более 0,50 мкЗв/ч), ПП – пробная площадка

По данным климатического справочника России на станции Безенчук продолжительность лета составляет 113 дней, а среднемесячная температура воздуха в июле равна 21,2 °С. Зима холодная и продолжительная (146 дней) со среднемесячными температурами января -12,2 °С [12].

Режим солнечной радиации в данной местности отличается высоким притоком тепла в течение всего года (в среднем 3879 МДж/м²) [13]. Уровень биологически активного ультрафиолетового излучения здесь достаточен, а продолжительность инсоляции по данным климатического справочника достигает 2186 часов в год. В течение года из-за облачности полностью отсутствует солнечное сияние в среднем 81 день [14].

Заключение. Микроклиматические показатели территории расположения санатория ФГБУЗ МРЦ «Сергиевские минеральные воды» ФМБА России оцениваются как благоприятные. Насыщенность приземной атмосферы кислородом и легкими отрицательными аэроионами позволяют не только летом, но и в течение всего года проводить оздоровительные мероприятия на свежем воздухе. Аэрозольное загрязнение не отмечено. Сведения о регистрации амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения участков различной категории опасности отсутствуют и соответствуют фоновым значениям для территории Самарской области.

По результатам исследований ландшафтно-климатический (биоклиматический) потенциал Самарской области по принятой в курортологии модульной технологии достигает 1,76 балла из 3-х возможных, что соответствует высокой категории медико-климатических условий.

Таким образом, климат Самарской области является лечебно-оздоровительным и обладает лечебными свойствами, подтвержденными научными исследованиями.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронин, В.В. География Самарской области / В.В. Воронин, В.А. Гавриленко. – Самара: ГОУ СИПКРО, 2008. – 265 с.
2. Ревчук, Л.С. Ландшафтно-климатические особенности курорта «Сергиевские минеральные воды» / Л.С. Ревчук, О.С. Сментына, Н.П. Поволоцкая, З.В. Кортунова // Курортная медицина. – 2023. – № 2. – С. 10-18.
3. Суровиков, Д.Ю. Положительный лечебный эффект пелоидной грязи и сероводородной воды Сергиевских Минеральных Вод / Д.Ю. Суровиков, Т.Н. Струнькина, Г.М. Фокина // Курортная медицина. – 2016. – № 2. – С. 226-228.
4. Методика оценки ландшафтно-климатического потенциала курортов и лечебно-оздоровительных местностей: Методические рекомендации МР ФМБА России 13 – 2021 / Н.П. Поволоцкая, В.В. Слепых, Л.И. Жерлицина [и др.]; ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России. – Ессентуки: ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, 2021. – 39 с.
5. Горянин, О.И. Климат и его влияние на продуктивность полевых культур в Среднем Заволжье / О.И. Горянин. – Самара: Поволжское агентство деловой информации при содействии с ОГУ «Самара – аграрная российская информационная система», 2018. – 28 с.
6. Самарская область. Большая российская энциклопедия. – URL: https://bigenc.ru/c/krymskii-poluostrov-0df68c?ysclid=mdpjw6a7ub103494641 (дата обращения: 15.09.2025).
7. Булыгина, О.Н. Изменения режима ветра на территории России в последние десятилетия / О.Н. Булыгина, Н.Н. Коршунова, В.Н. Разуваев // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2013. – № 568. – С. 156-172.
8. Краткий обзор погодных условий. ФГБУ «Приволжское УГМС». – URL: https://pogoda-sv.ru/hydrometeocenter/short_review/ (дата обращения: 20.09.2025).
9. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья: учебное пособие по региональной климатологии / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский [и др.] – Казань: Центр инновационных технологий, 2011. – 296 с.
10. Паженков, А.С. Заповедные острова Самарской области: к созданию новых особо охраняемых природных территорий регионального значения / А.С. Паженков. – Самара: ООО «Издательский дом «Агни», 2013. – 104 с.
11. Корягина, Ю.В. Биоклиматические показатели индекса комфортности погоды поселка Серноводск Самарской области за 2010-2025 гг. / Ю.В. Корягина, А.А. Никифоров, В.С. Нопина [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных.
12. Научно-прикладной справочник «Климат России» / В.Н. Разуваев, О.Н. Булыгина, Н.Н. Коршунова [и др.] // Свидетельство о государственной регистрации базы данных RU 2020621470, 18.08.2020. Заявка № 2020620899 от 09.06.2020.
13. Ермолаева, Н.В. Особенности микроклиматических условий в районе поселка Смышляевка / Н.В. Ермолаева, Л.Ф. Ляховская, В.А. Самыкина // Бюллетень Самарская Лука. – 2008. – Т. 17, № 3. – С. 533-553.
14. Васильева, Д.И. Природные ресурсы Самарской области / Д.И. Васильева, М.Н. Баранова. – Самара: Самарский муниципальный институт управления, 2007. – 40 с.

REFERENCES
1. Voronin V.V., Gavrilenko V.A. Geography of the Samara Oblast. Samara: Samara Oblast Institute of Professional Development and Employee Retraining, 2008. 265 p. (in Russ.)
2. Revchuk L.S., Povolotskaya N.P., Kortunova Z.V. Landscape and climatic features of the resort "Sergiev mineral waters". *Resort Medicine*, 2023, no. 2, pp. 10-18. (in Russ.)
3. Surovikov D.Yu., Strunkina T.N., Fokina G.M. Positive medical effect of peloid mud and hydrogen sulfide water in the MRC "Sergiev mineral waters" for musculoskeletal system diseases. *Resort Medicine*, 2016, no. 2, pp. 226-228. (in Russ.)
4. Povolotskaya N.P., Slepykh V.V., Zherlitsina L.I. et al. Methodology for assessing the landscape and climatic potential of resorts and health-improving areas: Methodological guidelines MR of the FMBA of Russia 13-2021. North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, 2021. 39 p. (in Russ.)
5. Goryanin O.I. Climate and its impact on field crop productivity in the Middle trans-Volga region. Samara: Volga Region Business Information Agency with the assistance of OSI "Samara – Agrarian Russian Information System", 2018. 28 p. (in Russ.)
6. Samara Oblast. Great Russian Encyclopedia. Available at: https://bigenc.ru/c/krymskii-polu ostrov-0df68c?ysclid=mdpjw6a7ub103494641 (accessed 15.09.2025). (in Russ.)
7. Bulygina O.N., Korshunova N.N., Razuvaev V.N. Changes in the wind regime over Russia in the last decades. *Proceedings of Voeikov Main Geophysical Observatory*, 2013, no. 568, pp. 156-172. (in Russ.)
8. A brief overview of weather conditions. Volga Region Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring. Available at: https://pogoda-sv.ru/hydrometeocenter/short_ review/ (accessed 20.09.2025). (in Russ.)
9. Perevedentsev Yu.P., Vereshchagin M.A., Shantalinskij K.M. et al. Changes in climatic conditions and resources of the Middle trans-Volga region: a textbook on regional climatology. Kazan: Center for Innovative Technologies, 2011. 296 p. (in Russ.)
10. Pazhenkov, A.S. Protected islands of the Samara Oblast: towards the creation of new specially protected natural territories of regional importance. Samara: Agni Publishing House LLC, 2013. 104 p. (in Russ.)
11. Koryagina Yu.V., Nikiforov A.A., Nopina V.S. et al. Bioclimatic indices of the weather comfort index of the Sernovodsk village in the Samara Oblast for 2010-2025. Certificate for the database state registration. (in Russ.)
12. Razuvaev V.N., Bulygina O.N., Korshunova N.N. et al. Scientific and applied reference book "Climate of Russia". Certificate of state registration of the database RU 2020621470, 2020. (in Russ.)
13. Ermolaeva N.V., Lyakhovskaya L.F., Samykina V.A. Features of microclimatic conditions in the area of the Smyshlyaevka village. *Bulletin Samarskaya Luka*, 2008, vol. 17, no. 3, pp. 533-553. (in Russ.)
14. Vasil'eva D.I., Baranova M.N. Natural resources of the Samara region. Samara: Samara Municipal Institute of Management, 2007. 40 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Александра Петровна Тычинина – научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: a.cozinowa@yandex.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Виктория Витальевна Корнева – младший научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: korneva-tori@mail.ru.
Алла Сергеевна Караваева – научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Aleksandra P. Tychinina – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: a.cozinowa@yandex.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Candidate Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Viktoria V. Korneva – Junior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: korneva.tori@mail.ru.
Alla S. Karavaeva – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.

Для цитирования: Обоснование лечебно-оздоровительного потенциала Самарской области на примере курорта Сергиевские Минеральные Воды / А.П. Тычинина, Ю.В. Корягина, В.В. Корнева, А.С. Караваева // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_29

For citation: Tychinina A.P., Korneva V.V., Koryagina Yu.V., Karavaeva A.S. Substantiation of the therapeutic and recreational potential of the Samara Oblast on the example of the Sergievsky Mineral Waters resort. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_29

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_30
УДК 616.314-089.28; 681.3.06

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_30
UDC 616.314-089.28; 681.3.06

ПРОФИЛАКТИКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗУБНОГО РЯДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Р.Д. Юсупов[1,2], Э.Р. Рубинина[1], И.В. Азаряев[1], Т.Г. Алои[1], Ш.С. Никацаев[1]

[1]Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пятигорск, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, г. Грозный, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цифровая трансформация является ключевым трендом современной стоматологии, кардинально меняющим подходы к диагностике, планированию лечения и изготовлению ортопедических конструкций. ***Методы.*** Проведен аналитический обзор научной литературы и клинических исследований, посвященных применению технологий интраорального сканирования (IOS), компьютерного моделирования (CAD/CAM) и аддитивного производства (3D-печать) в различных областях стоматологии. ***Результаты.*** Проанализированы преимущества цифровых протоколов и основные ограничения, а также выявлен недостаток долгосрочных клинических исследований. ***Заключение.*** Дальнейшее развитие 3D-технологий связано с совершенствованием материалов, алгоритмов искусственного интеллекта и снижением стоимости оборудования.

Ключевые слова: цифровая стоматология, интраоральное сканирование, CAD/CAM, аддитивные технологии, 3D-печать, стоматологическое протезирование, клиническая эффективность.

PREVENTION AND RESTORATION OF THE DENTITION USING 3D TECHNOLOGY IN MODERN DENTISTRY

R.D. Yusupov[1,2], E.R. Rubinina[1], I.V. Azaryaev[1], T.G. Aloi[1], Sh.S. Nikatsaev[1]

[1]Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia

[2]Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Digital transformation is a key trend in modern dentistry, fundamentally changing approaches to diagnosis, treatment planning and the manufacture of orthopedic structures. ***Methods.*** We have conducted an analytical review of scientific literature and clinical studies devoted to the application of intraoral scanning (IOS), computer modeling (CAD/CAM) and additive manufacturing (3D printing) technologies in various fields of dentistry. ***Results.*** The advantages of digital protocols and the main limitations have been analyzed, and a lack of long-term clinical studies has been identified. ***Conclusion.*** Further development of 3D technologies is associated with the improvement of materials, artificial intelligence algorithms and the reduction of equipment costs.

Keywords: digital dentistry, intraoral scanning, CAD/CAM, additive technologies, 3D printing, dental prosthetics, accuracy, clinical efficiency.

Введение. Современная стоматология переживает этап фундаментальной трансформации, связанный с активным внедрением цифровых технологий, которые кардинально меняют традиционные подходы к диагностике, планированию и проведению лечебных мероприятий. Технологии трехмерного сканирования, компьютерного моделирования и послойного синтеза преобразуют стандартные процессы работы, предлагая принципиально новые уровни точности, эффективности и индивидуального подхода, что способствует развитию персонализированной медицины в стоматологической практике [1-3].

Интеграция цифровых технологий охватывает все без исключения направления современной стоматологии: от ортопедии и

хирургической имплантации до ортодонтии, детской стоматологии и пародонтологии [4-7]. Широкое внедрение интраорального сканирования, систем автоматизированного проектирования и производства (CAD/CAM), а также аддитивных технологий (3D-печати) позволяет не только значительно повысить точность диагностических и лечебных процедур, но и сократить время лечения, улучшить комфорт пациентов и повысить предсказуемость отдаленных результатов [8-10].

Особое значение приобретает возможность комплексной оценки состояния зубочелюстной системы за счет интеграции данных, полученных с помощью различных цифровых методов. Совмещение результатов внутриротового сканирования, конусно-лучевой компьютерной томографии и 3D-сканирования лица обеспечивает создание целостной виртуальной модели пациента, что открывает новые возможности для планирования и проведения сложных реконструктивных вмешательств [11-13].

Перспективным направлением развития цифровой стоматологии является применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа больших массивов диагностических данных, прогнозирования результатов лечения и автоматизации процессов проектирования стоматологических конструкций [14, 15]. Это позволяет не только оптимизировать работу практикующих врачей, но и существенно повысить точность и воспроизводимость результатов.

Несмотря на очевидные преимущества цифровых технологий, их внедрение сопряжено с рядом проблем, включая высокую стоимость оборудования, необходимость обучения специалистов, отсутствие единых отраслевых стандартов и недостаток долгосрочных данных об эффективности и надежности некоторых цифровых методов [16, 17]. Кроме того, сохраняется потребность в дальнейших исследованиях для оценки клинических последствий применения аддитивно изготовленных реставраций и оптимизации цифровых рабочих процессов при различных клинических результатах [18, 19].

Целью данного обзора является систематический анализ современных возможностей, ограничений и перспектив применения 3D-технологий в стоматологической практике на основе актуальных данных научной литературы. В работе рассматриваются вопросы внедрения цифровых методов в различные области стоматологии, оценивается их эффективность, определяются направления для дальнейших исследований.

Методы и организация исследования. Для подготовки обзора был проведен анализ публикаций в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, материалах конференций, патентов и диссертационных работ за последние 5 лет (2020-2025 гг.). Поиск осуществлялся в электронных базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, eLibrary, CyberLeninka с использованием ключевых слов: «цифровая стоматология», «интраоральное сканирование», «CAD/CAM», «3D-печать в стоматологии», «аддитивные технологии». Отбору подлежали работы, содержащие данные о клинической эффективности, точности, сравнительном анализе цифровых и традиционных методов.

Результаты исследования и их обсуждение.

1. Внутриротовое сканирование как основа цифрового процесса работы. Современные системы внутриротового сканирования, использующие принципы оптической регистрации и фотограмметрической обработки данных, позволяют быстро и комфортно для пациента получать высокоточные трехмерные модели зубных рядов [3, 5]. Точность современных сканирующих устройств (таких как CEREC Primescan, TRIOS) сопоставима с точностью лабораторных сканеров [20-22].

Важнейшими факторами, определяющими точность сканирования, являются: применяемая технология получения изображения (конфокальная технология обеспечивает максимальную точность, триангуляционная – более высокую скорость), методика проведения сканирования оператором, уровень его профессиональной подготовки [23-25]. Следует отметить, что при сканировании полной зубной дуги могут наблюдаться существенные отклонения по сравнению с работой на ограниченных участках [26]. Дополнительными факторами, влияющими

на качество цифровых оттисков, являются наличие реставраций из различных материалов, степень увлажненности полости рта и особенности анатомического строения зубных рядов.

2. Системы автоматизированного проектирования и производства в изготовлении конструкций. Технологии субтрактивного производства (фрезерования) сохраняют ведущие позиции в изготовлении окончательных реставраций (коронок, мостовидных протезов) из широкого спектра материалов, включая диоксид циркония, керамику и кобальт-хромовые сплавы [27].

Технологии послойного синтеза (трехмерной печати) демонстрируют устойчивую популярность для производства хирургических шаблонов, временных протезов, индивидуальных опорных элементов и рабочих моделей [28-30]. Основными преимуществами трехмерной печати являются значительная экономия материалов, возможность создания изделий со сложной геометрией и организация производства по индивидуальному запросу [31].

Сравнительные исследования свидетельствуют, что модели, изготовленные субтрактивным методом из специализированного воска для автоматизированного производства, могут превосходить по точности модели, созданные из фотополимерных смол методом печати, при использовании в процессе литья несъемных протезов [30]. Важным аспектом является постоянное совершенствование материалов для аддитивного производства, что расширяет возможности их клинического применения.

3. Применение в хирургической практике и дентальной имплантации. Трехмерные технологии коренным образом преобразовали подходы к планированию оперативных вмешательств в челюстно-лицевой хирургии и имплантологии [17, 32]. Объединение данных конусно-лучевой компьютерной томографии и внутриротового сканирования позволяет создавать детальные виртуальные хирургические планы и производить точные направляющие шаблоны, что существенно снижает травматичность вмешательств, сокращает время операции и улучшает прогноз лечения [18, 33].

Индивидуализированные имплантаты, изготовленные методом трехмерной печати, демонстрируют значительные преимущества перед стандартными изделиями по ключевым параметрам: продолжительность оперативного вмешательства, сроки госпитализации пациента, количество интраоперационных осложнений [34]. Особенно перспективным направлением является использование биосовместимых материалов с контролируемой пористостью, способствующих улучшению процесса остеоинтеграции.

4. Ограничения и проблемы внедрения. Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых технологий сопряжено с существенными трудностями. Значительные финансовые вложения требуются для приобретения оборудования (сканирующих систем, производственных установок, программного обеспечения) и его последующего технического обслуживания [16, 35].

Существенной проблемой является необходимость дополнительного обучения врачей-стоматологов и зубных техников работе с новым программным обеспечением и оборудованием [19, 36]. Точность получаемых результатов продолжает зависеть от множества факторов, включая характеристики оборудования, применяемую методику работы и квалификацию оператора, при этом отсутствуют единые отраслевые стандарты [26, 37].

Особую озабоченность вызывает недостаток долгосрочных данных клинических исследований, необходимых для оценки прочностных характеристик и сроков службы реставраций, изготовленных методами послойного синтеза [37]. Дополнительными ограничивающими факторами являются необходимость адаптации существующих клинических протоколов и отсутствие унифицированных требований к проверке качества цифровых производственных процессов.

5. Дополнительные аспекты внедрения цифровых технологий. Важным направлением развития является интеграция искусственного интеллекта для автоматизации процессов анализа и обработки цифровых данных [38]. Активно ведутся исследования в области разработки новых биосовместимых материалов для аддитивного

производства, расширяющих возможности клинического применения трехмерной печати [31].

Особое внимание уделяется вопросам стандартизации и сертификации цифровых производственных процессов. Отсутствие единых нормативных требований к проверке точности и качества цифровых оттисков и изготовленных конструкций создает дополнительные сложности при внедрении этих технологий в повседневную практику.

Перспективным направлением является развитие телемедицинских консультаций на основе цифровых моделей, что особенно актуально для отдаленных регионов. Возможность быстрой передачи трехмерных данных между специалистами различного профиля значительно улучшает преемственность в лечении пациентов [39].

Заключение. Проведенный анализ подтверждает, что современные 3D-технологии (внутриротовое сканирование, системы автоматизированного проектирования и производства, послойное синтезирование) стали неотъемлемой частью стоматологической практики, предлагая уникальные возможности для повышения точности, эффективности и индивидуализации лечения [40-42]. Они позволяют реализовать полностью цифровой процесс работы – от диагностики и планирования до изготовления конструкций. Основными преимуществами являются сокращение сроков лечения, повышение комфорта для пациента и улучшение прогнозируемости результатов.

Однако широкому внедрению препятствуют экономические факторы, необходимость дополнительной подготовки специалистов и потребность в дальнейших исследованиях, особенно долгосрочных, для оценки клинических результатов применения реставраций, изготовленных методом послойного синтезирования. Перспективы развития цифровой стоматологии связаны с совершенствованием технологий искусственного интеллекта для анализа данных, разработкой новых биосовместимых материалов для трехмерной печати, снижением стоимости оборудования и созданием унифицированных международных стандартов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левашов, Н.Е. Возможности 3D-сканирования в современной стоматологии / Н.Е. Левашов, А.А. Олейников, С.А. Романов // Digital Diagnostics. – 2024. – Т. 5. – № S1. – С. 89-91.
2. Якимов, И.А. Применение 3D-печати и 3D-сканирования в стоматологии / И.А. Якимов, И.И. Шарипов // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 110-16. – С. 195-199.
3. Максимов, А.М. Обзор цифровых технологий в ортопедической стоматологии на примере 3D сканирования / А.М. Максимов, А.А. Хабдаев // Медицина завтрашнего дня: материалы XXIV Научной конференции студентов и молодых ученых. – Чита, 2025. – С. 588-589.
4. Бураев, К.В. 3D-сканирование в стоматологии: революция в диагностике и планировании лечения / К.В. Бураев. – М.: Медицина, 2023. – 156 с.
5. Коршунова, А.С. Возможности применения цифровых технологий и 3D-сканирования в научных исследованиях по стоматологии / А.С. Коршунова, К.С. Коршунова, К.А. Кошелев // Молодежь и медицинская наука: материалы VIII Всероссийской конференции. – Тверь, 2021. – С. 196-200.
6. Ганеев, Т.И. Цифровые технологии в ортопедической стоматологии / Т.И. Ганеев, С.В. Аверьянов, Л.Б. Саламова // Актуальные тенденции современной стоматологии: материалы Всероссийской конференции. – Уфа, 2023. – С. 93-98.
7. Оценка качества ортопедического лечения пациентов с полным отсутствием зубов / А.А. Бажин, С.В. Казаков, О.Н. Урсакий [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2023. – Т. 40. – № 1. – С. 108-116.
8. Климов, А.В. Возможность применения инновационных 3D-технологий в ортопедической стоматологии / А.В. Климов, Д.С. Печура, Д.П. Недовесова // Аллея науки. – 2021. – Т. 1. – № 5. – С. 941-944.
9. Абакаров, Т.А. Инновационные технологии в минимально инвазивной стоматологии / Т.А. Абакаров, Г.М. Будайчиев, Р.И. Гаджиева // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2024. – № 87. – С. 6-10.
10. Bynum, J.H. 3D Face Scanning / J.H. Bynum, J.A. Mireles // Compendium of Continuing

Education in Dentistry. – 2021. – Vol. 42. – No. 5. – P. 230-235.
11. Патент RU 2799816 C1. Цифровой способ определения толщины прикрепленной десны: N 2023106743 заявлено 22.03.2023: опубл. 12.07.2023 / А.А. Стафеев, А.В. Хижук, С.И. Соловьев [и др.].
12. Смольянинова, Е.Ю. Сравнение вне- и внутриротовых сканеров / Е.Ю. Смольянинова, Д.Р. Бикмуллина, А.А. Яковенко // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2022. – Т. 12. – № 7. – С. 174.
13. Muruzis, P. Key Methodological Factors Affecting Accuracy of Intraoral Scanners / P. Muruzis // Computers in Biology and Medicine. – 2025. – Vol. 158. – P. 104-112.
14. Патент RU 2805832 C1. Способ изготовления временных стоматологических коронок методом 3D печати: N 2022127701: заявлено 25.10.2022: опубл. 24.10.2023 / С.Д. Шнайдер, Н.С. Нуриева, И.С. Голобородько.
15. Тумасян, М.Г. Применение сканирования при ортопедическом лечении пациентов с заболеваниями пародонта / М.Г. Тумасян // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – 2024. – № 3-2. – С. 152-155.
16. Маняхина, А.А. Эффективность применения цифровых технологий в стоматологии / А.А. Маняхина, Е.В. Невзорова // Вестник науки. – 2024. – Т. 4. – № 10. – С. 1024-1029.
17. Чумазина, Е.А. Цифровая стоматология: роль 3D-моделирования в хирургическом планировании / Е.А. Чумазина, Э.М. Гафиятуллина, А.В. Осипова // Вестник науки. – 2025. – Т. 3. – № 5. – С. 1991-1997.
18. Кириллов, Н.А. Преимущества технологии компьютерного 3D-моделирования в стоматологии / Н.А. Кириллов, С.Н. Григорьев // Актуальные вопросы стоматологии: труды Всероссийской конференции. – Киров, 2023. – С. 83-85.
19. Снегирева, В.Р. CAD/CAM технологии, как полноценный инструмент в ежедневной практике зубного техника / В.Р. Снегирева, К.В. Гурьев // Молодежный инновационный вестник. – 2021. – Т. 10. – № S1. – С. 426-429.
20. Выходцева, М.А. Применение 3D анализа для диагностики дисфункции височно-нижнечелюстного сустава: диссертация … канд. мед. наук / Мария Александровна Выходцева. – М., 2023. – 178 с.
21. Влияние методики сканирования и типа интраорального сканера на качество цифрового оттиска / М.Ю. Саакян, Н.А. Суханова, И.И. Барышев, Д.В. Брызгалов // Медицинский альманах. – 2025. – № 1. – С. 62-69.
22. Comparison of Intraoral Scanning and CBCT / B.N. de Freitas, L.M. Mendonça, P.B. Cruvinel [et al.] // Journal of Dentistry. – 2023. – Vol. 128. – P. 104387.
23. Amornvit, P. Comparison of Accuracy of Intraoral Scanners / P. Amornvit, D. Rokaya, S. Sanohkan // Biomedical Research International. – 2021. – Vol. 2021. – P. 2673040.
24. Osman, R.B. Effect of Scanning Technology on Accuracy of Intraoral Scanners / R.B. Osman, N.M. Alharbi // Journal of Prosthodontics. – 2023. – Vol. 32. – No. 9. – P. 821-828.
25. Improvement of 3D Dental Scanning / M.A. Sagiri, A.M. Sagiri, E. Samadi [et al.] // Journal of Prosthetic Dentistry. – 2024. – Vol. 132. – No. 6. – P. 1234-1241.
26. Abduo, J. Accuracy of Intraoral Scanners / J. Abduo, M. Elseyoufi // European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry. – 2018. – Vol. 26. – No. 3. – P. 101-121.
27. Watanabe, H. Digital Technologies in Restorative Dentistry / H. Watanabe, K. Fellows, H. An // Dental Clinics of North America. – 2022. – Vol. 66. – No. 4. – P. 567-590.
28. Использование трехмерных технологий в хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии / Я.А. Жирнова, А.А. Азаматов, Я. Оразов [и др.] // Приднепровский научный вестник. – 2025. – Т. 1. – № 4. – С. 101-104.
29. Патент RU 2794839 C1. Способ фиксации к титановым основаниям заранее изготовленного временного условно-съемного протеза: 2022122 306: заявлено 17.08.2022: опубл. 25.04.2023 / С.И. Буланов, М.В. Софронов, Д.Н. Лысов [и др.].
30. 3D Printing of Dental Prostheses / F. Rezai, M. Farshbaf, M. Dahri [et al.] // Journal of Composites Science. – 2023. – Vol. 7. – No. 2. – P. 80.
31. Photopolymer Resin Materials for 3D Printing / Ö.M. Yüceer, E. Kaynak Öztürk, E.S. Çiçek [et al.] // Polymers. – 2025. – Vol. 17. – No. 3. – P. 316.
32. Трехмерная имплантация в стоматологии / Р.Р. Таскаев, А.Л. Сафин, С.А. Ястребова [и др.] // Мировые научные достижения в области естественных и технических исследований: материалы III Международной конференции. – Краснодар, 2024. – С. 362-364.
33. Применение 3D-технологий в имплантологии и реконструкции зубов / А.В. Смирнова, Д.А. Балашин, А.В. Киртаева [и др.] // Приднепровский научный вестник. – 2025. – Т. 1. – № 5. – С. 85-91.
34. Implementation of 3D Printing and Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) in Craniofacial Reconstruction / K.S. Ahmed, H. Ibad, Z.A. Suchal, A.K. Gosain // Journal of Craniofacial Surgery. – 2022. – Vol. 33. – No. 6. – P. 1714-1719.
35. Информационные технологии в организации оказания стоматологической ортопедической помощи / С.А. Суслин, И.А. Алехин, П.С.

Виргильев, Ю.В. Машинова // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2024. – № 3. – С. 821-839.
36. Интеграция цифровых технологий в стоматологии-ортопедии: тенденции и проблемы / Л.С. Канукова, М.Р. Мрикаева, М.И. Исмаилова [и др.] // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. – 2024. – № 1. – С. 72-75.
37. Main Applications and Recent Research Progresses of Additive Manufacturing in Dentistry / G. Huang, L. Wu, J. Hu [et al.] // Biomedical Research International. – 2022. – Vol. 2022. – P. 5530188.
38. Advances in Digital Dentistry / S. Lobu, I. Argolinha, V. Machado [et al.] // Journal of Clinical Medicine. – 2025. – Vol. 14. – No. 5. – P. 1495.
39. Аверкина, Н.С. Цифровые технологии в стоматологии / Н.С. Аверкина // Символ науки. – 2024. – № 4. – С. 45-48.
40. Функциональный анализ программного 3D-обеспечения, применяемого в челюстно-лицевой хирургии / С.Ю. Иванов, Д.Ю. Милюкова, А.Д. Свириденко [и др.] // Клиническая стоматология. – 2025. – Т. 28. – № 1. – С. 130-142.
41. Сравнение методик внутриротового сканирования / М.Ю. Саакян, Н.А. Алексеева, А.В. Якунина, И.И. Барышев // Медицинский альманах. – 2023. – № 4. – С. 97-104.
42. Кулик, А.В. Использование цифрового протокола в ортопедической стоматологии / А.В. Кулик, К.В. Бетехтина // Вестник науки. – 2024. – № 12. – С. 134-139.

REFERENCES

1. Levashov N.E., Oleynikov A.A., Romanov S.A. 3D scanning possibilities in modern dentistry. *Digital Diagnostics*, 2024, no. 5(S1), pp. 89-91. (in Russ.)
2. Yakimov I.A., Sharipov I.I. Application of 3D printing and 3D scanning in dentistry. *Trends in the Development of Science and Education*, 2024, vol. 110-16, pp. 195-199. (in Russ.)
3. Maksimov A.M., Khabdaev A.A. Review of digital technologies in orthopedic dentistry on the example of 3D scanning. In: Medicine of Tomorrow: Proceedings of the XXIV Scientific Conference of Students and Young Scientists. Chita, 2025, pp. 588-589. (in Russ.)
4. Buraev K.V. 3D scanning in dentistry: a revolution in diagnosis and treatment planning. Moscow: Meditsina, 2023, 156 p. (in Russ.)
5. Korshunova A.S., Korshunova K.S., Koshelev K.A. Possibilities of using digital technologies and 3D scanning in dental research. In: Youth and Medical Science: Proceedings of the VIII All-Russian Conference. Tver, 2021. pp. 196-200. (in Russ.)
6. Ganev T.I., Averyanov S.V., Salamova L.B. Digital technologies in orthopedic dentistry. In: Current Trends in Modern Dentistry: Proceedings of the All-Russian Conference. Ufa, 2023. pp. 93-98. (In Russ.)
7. Bazhin A.A., Kazakov S.V., Ursaky O.N., Starkova A.V., Astashina N.B. Assessment of orthopedic treatment quality in patients with complete absence of teeth. *Perm Medical Journal*, 2023, vol. 40, no. 1, pp. 108-116. (in Russ.)
8. Klimov A.V., Pechura D.S., Nedovesova D.P. Possibility of using innovative 3D technologies in orthopedic dentistry. *Alleya Nauki*, 2021, vol. 1, no. 5, pp. 941-944. (in Russ.)
9. Abakarov T.A., Budaichiev G.M., Gadzhieva R.I. Innovative technologies in minimally invasive dentistry. *Cathedra. Stomatologicheskoe Obrazovanie*, 2024, vol. 87, pp. 6-10. (in Russ.)
10. Bynum J.H., Mireles J.A. 3D Face Scanning. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2021, vol. 42, no. 5, pp. 230-235.
11. Stafeev A.A., Khizhuk A.V., Soloviev S.I., Kasenov R.Sh., Timokina D.B., Khizhuk D.A. Digital method for determining the thickness of attached gum: patent for invention RU 2799816 C1. 2023. (in Russ.)
12. Smolyaninova E.Yu., Bikmullina D.R., Yakovenko A.A. Comparison of extra- and intraoral scanners. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 2022, vol. 12, no. 7, p. 174. (in Russ.)
13. Muruzis P. Key Methodological Factors Affecting Accuracy of Intraoral Scanners. *Computers in Biology and Medicine*, 2025, vol. 158, pp. 104-112.
14. Shnajder S.D., Nurieva N.S., Goloborodko I.S. Method for manufacturing temporary dental crowns by 3D printing. Patent for invention RU 2805832 C1. 2023. (in Russ.)
15. Tumasyan M.G. Application of scanning in orthopedic treatment of patients with periodontal diseases. *Modern Science: actual problems of theory & practice*, 2024, no. 3-2, pp. 152-155. (in Russ.)
16. Manyakhina A.A., Nevzorova E.V. Effectiveness of digital technologies in dentistry. *Vestnik Nauki*, 2024, vol. 4, no. 10, pp. 1024-1029. (in Russ.)
17. Chumazina E.A., Gafiyatullina E.M., Osipova A.V. Digital dentistry: role of 3D modeling in surgical planning. *Vestnik Nauki*, 2025, vol. 3, no. 5, pp. 1991-1997. (in Russ.)
18. Kirillov N.A., Grigoriev S.N. Advantages of computer 3D modeling technology in dentistry. In: Current Issues in Dentistry: Proceedings of the All-Russian Conference. Kirov, 2023, pp. 83-85. (in Russ.)
19. Snegireva V.R., Guriev K.V. CAD/CAM technologies as a full-fledged tool in the daily practice of a dental technician: an overview of

modern capabilities. *Molodezhnyj Innovatsyonnyj Vestnik,* 2021, vol. 10, no. S1, pp.426-429. (in Russ.)
20. Vykhodtseva M.A. Application of 3D analysis for the diagnosis of temporomandibular joint dysfunction: an author's dissertation. Moscow, 2023. 178 p. (in Russ.)
21. Saakyan M.Yu., Sukhanova N.A., Baryshev I.I., Bryzgalov D.V. Impact of scanning method and type of intraoral scanner on the quality of digital impressions. *Medical Almanac,* 2025, vol. 1, pp. 62-69. (in Russ.)
22. de Freitas B.N., Mendonça L.M., Cruvinel P.B., de Lacerda T.J., Leite F.G.J., Oliveira-Santos C., Tirapelli C. Comparison of Intraoral Scanning and CBCT. *Journal of Dentistry*, 2023, vol. 128, pp.104387.
23. Amornvit P., Rokaya D., Sanohkan S. Comparison of Accuracy of Intraoral Scanners. *Biomedical Research International,* 2021, vol. 2021. p. 2673040.
24. Osman R.B., Alharbi N.M. Effect of Scanning Technology on Accuracy of Intraoral Scanners. *Journal of Prosthodontics*, 2023, vol. 32, no. 9, pp. 821-828.
25. Sagiri M.A., Sagiri A.M., Samadi E., et al. Improvement of 3D Dental Scanning. *Journal of Prosthetic Dentistry,* 2024, vol. 132, no. 6, pp. 1234-1241.
26. Abduo J., Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 2018, vol. 26, no. 3, pp. 101-121.
27. Watanabe H., Fellows K., An H. Digital Technologies in Restorative Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 2022, vol. 66, no. 4, pp. 567-590.
28. Zhirnova Ya.A., Azamatov A.A., Orazov Y., et al. The use of three-dimensional technologies in surgical dentistry and maxillofacial surgery. *Pridneprovskiy Scientific Bulletin*, 2025, vol. 1, no. 4, pp. 101-104. (in Russ.)
29. Bulanov S.I., Sofronov M.V., Lysov D.N., Kuznetsov M.V., Akimov A.G., Vorontsov V.L., Dyudyukin R.V. Method of fixation to titanium bases of a pre-made temporary conditionally removable prosthesis: patent RU 2794839 C1. 2023. (in Russ.)
30. Rezai F., Farshbaf M., Dahri M., Masjedi M., Maleki R., Amini F., Wirth J., Moharamzadeh K., Weber F.E., Tayebi L. 3D Printing of Dental Prostheses. *Journal of Composites Science*, 2023, vol. 7, no. 2, pp. 80.
31. Yüceer Ö.M., Kaynak Öztürk E., Çiçek E.S., Aktaş N., Bankoğlu Güngör M. Photopolymer Resin Materials for 3D Printing. *Polymers*, 2025, vol. 17, no. 3, p. 316.
32. Taskaev R.R., Safin A.L., Yastrebova S.A., et al. Three-dimensional implantation in dentistry. In: World Scientific Achievements in the Field of Natural and Technical Research: Proceedings of the III International Conference. Krasnodar, 2024, pp. 362-364. (in Russ.)
33. Smirnova A.V., Balashin D.A., Kirtaeva A.V., et al. Application of 3D technologies in implantology and tooth reconstruction. *Pridneprovskiy Scientific Bulletin,* 2025, vol. 1, no. 5, pp. 85-91. (in Russ.)
34. Ahmed K.S., Ibad H., Suchal Z.A., Gosain A.K. Implementation of 3D Printing and Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) in Craniofacial Reconstruction. *Journal of Craniofacial Surgery*, 2022, vol. 33, no. 6, pp. 1714-1719.
35. Suslin S.A., Alekhin I.A., Virgilev P.S., Mashinova Yu.V. Information technologies in the organization of dental orthopedic care: opportunities and challenges. *Current problems of health care and medical statistics*, 2024, vol. 3, pp. 821-839. (in Russ.)
36. Kanukova L.S., Mrikayeva M.R., Ismailova M.I., Mishvelov A.E., Prokopenko Ya.A. Integration of digital technologies in orthopedic dentistry: trends and problems. *Medicine. Sociology. Philosophy. Applied research*, 2024, vol. 1, pp. 72-75. (in Russ.)
37. Huang G., Wu L., Hu J., Zhou X., He F., Wan L., Pan S.T. Main Applications and Recent Research Progresses of Additive Manufacturing in Dentistry. *Biomedical Research International*, 2022, vol. 2022, p. 5530188.
38. Lobu S., Argolinha I., Machado V. et al. Advances in Digital Dentistry. *Journal of Clinical Medicine*, 2025, vol. 14, no. 5, p. 1495.
39. Averkina N.S. Digital technologies in dentistry. *Symbol of Science*, 2024, vol. 4, pp. 45-48. (in Russ.)
40. Ivanov S.Yu., Milyukova D.Yu., Sviridenko A.D., Muraev A.A., Gusarov A.M., Borozdkin L.L., Kuznetsov A.M., Sedov I.A. Functional analysis 3D software used in maxillofacial surgery. *Clinical Dentistry*, 2025, vol. 28, no. 1, pp. 130-142. (in Russ.)
41. Saakyan M.Yu., Alekseeva N.A., Yakunina A.V., Baryshev I.I. The comparison of intraoral scanning techniques. *Medical Almanac,* 2023, vol. 4, pp. 97-104. (In Russ.)
42. Kulik A.V., Betekhtina K.V. The use of digital protocol in orthopedic dentistry. *Vestnik Nauki*, 2024, vol. 12, pp. 134-139. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Руслан Доккаевич Юсупов – доктор медицинских наук, профессор кафедры клинической стоматологии с курсом хирургической стоматологии и ЧЛХ, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского

университета, Пятигорск; ведущий научный сотрудник медицинской лаборатории головы и шеи, Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, Грозный, e-mail: doctoryusupov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6137-2516

Эврина Рубеновна Рубинина – соискатель кафедры клинической стоматологии с курсом хирургической стоматологии и ЧЛХ, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, Пятигорск, e-mail: evrina@bk.ru, ORCID: 0000-0002-1511-4305

Илягу Вячеславович Азаряев – студент 5 курса, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, Пятигорск, e-mail: azarilagu7@gmail.com, ORCID: 0009-0009-2538-2977

Титал Гасанович Алои – студент 5 курса, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, Пятигорск, e-mail: datu.aloyan.2002@gmail.com, ORCID: 0009-0008-9961-5641

Шамиль Сергеевич Никацаев – студент 5 курса, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, Пятигорск, e-mail: awnkc33@rambler.ru, ORCID: 0009-0000-3828-3761

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ruslan D. Yusupov – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Clinical Dentistry with Courses in Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk; Leading Researcher of the Head and Neck Medical Laboratory, Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, e-mail: doctoryusupov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-6137-2516

Evrina R. Rubinina – Applicant for Degree at the Department of Clinical Dentistry with Courses in Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, e-mail: evrina@bk.ru, ORCID: 0000-0002-1511-4305

Ilyagu V. Azaryaev – 5th year student, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, e-mail: azarilagu7@gmail.com, ORCID: 0009-0009-2538-2977

Aloi G. Tital – 5th year student, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, e-mail: datu.aloyan.2002@gmail.com, ORCID: 0009-0008-9961-5641

Shamil S. Nikatsaev – 5th year student, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, e-mail: awnkc33@rambler.ru, ORCID: 0009-0000-3828-3761

Для цитирования: Профилактика и восстановление зубного ряда с использованием 3D-технологии в современной стоматологии / Р.Д. Юсупов, Э.Р. Рубинина, И.В. Азаряев [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_30

For citation: Yusupov R.D., Rubinina E.R., Azaryaev I.V., Aloi T.G., Nikatsaev Sh.S. Prevention and restoration of the dentition using 3D technology in modern dentistry. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_30

Дата публикации: 01.12.2025 Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_31 DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_31
УДК 572.51; 615.47; 616-056.52; 796.355.093.582 UDC 572.51; 615.47; 616-056.52; 796.355.093.582

ОСОБЕННОСТИ СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СПОРТСМЕНОК, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ

К.В. Выборная[1], Д.Б. Никитюк[1,2,3]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», г. Москва, Россия
[3]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Морфологической модели, включающей как показатели мышечной и жировой массы тела, так и показатели соматотипологического профиля для спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в настоящее время не разработано. В связи с этим целью исследования было определить особенности соматотипологического профиля спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в зависимости от возраста и содержания в организме жировой массы тела. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 23 спортсменки в возрасте от 12,0 до 20,5 лет, специализирующиеся в хоккее на траве. Измеряли соматометрические показатели; методом биоимпедансометрии с помощью анализатора АВС-01 Медасс определяли жировую массу тела, индексы жировой массы и соматотипологический профиль по схеме Хит-Картер. ***Результаты.*** С увеличением возраста соматотип спортсменок претерпевает изменения и переходит из сбалансированного мезоморфного в эндомезоморфный, а далее – в центральный. В группе обследованных спортсменок набор мышечной массы происходит крайне слабо, выявляются признаки присутствия в группе девочек и девушек со скрытой избыточной массой тела. ***Заключение.*** Выявленные особенности соматотипологического профиля в зависимости от возраста и содержания в организме жировой массы тела, могут служить ориентиром (морфологической моделью) при оценке уровня физического развития спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве.
Ключевые слова: физическое развитие, жировая масса тела, хоккей на траве, соматометрия, соматотипология, схема Хит-Картера.

FEATURES OF THE SOMATOTYPOLOGICAL PROFILE OF FEMALE FIELD HOCKEY ATHLETES

K.V. Vybornaya[1], D.B. Nikityuk[1,2,3]
[1]Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia
[2]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia
[3]RUDN University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** A morphological model incorporating both lean body mass, fat mass, and somatotypological profile indicators for female field hockey athletes has not yet been developed. Therefore, the aim of this study was to determine the specific features of the somatotypological profile of female field hockey athletes depending on their age and body fat content. ***Methods.*** The study involved 23 female field hockey athletes aged 12.0 to 20.5 years. Somatometric indicators were measured; body fat mass, fat mass indices, and the somatotypological profile according to the Heath-Carter scheme were registered using bioimpedance analysis on the ABC-01 Medass analyzer. ***Results.*** With increasing age, the somatotype of female athletes undergoes changes and transitions from a balanced mesomorphic to an endomesomorphic, and then to a central one. In the group of examined female athletes, muscle mass gain is extremely limited, and signs of hidden excess body weight are present. ***Conclusion.*** The identified somatotypological profile characteristics, depending on age and body fat content, can serve as a guide (morphological model) for assessing the physical development of female field hockey athletes.
Keywords: physical development, body fat mass, field hockey, somatometry, somatotypology, Heath-Carter scheme.

Введение. Требования к компонентному составу тела и соматотипологическому профилю зависят от вида спорта, в котором специализируется спортсмен. Морфологическая пригодность для занятия конкретным видом спорта оценивается при соотнесении индивидуальных значений морфологических признаков спортсмена с морфологической моделью для конкретного вида спорта [1].

Изменения в компонентном составе тела под воздействием тренировочных нагрузок отражают направленность и выраженность адаптивных сдвигов в организме спортсмена [1]. Положительная динамика компонентного состава тела выражается в увеличении мышечного и уменьшении жирового компонентов массы тела и показывает на хорошую и адекватную приспособленность организма к выполняемым физическим нагрузкам. Избыточное жироотложение, недостаток мышечной массы, а также сочетание этих факторов при скрытой избыточной массе тела и ожирении при нормальной массе тела свидетельствуют о сбое в питании и тренировочном режиме, особенно среди спортсменок пубертатного и постпубертатного возраста.

Индивидуальный соматотипологический профиль является отражением соотношения жирового и мышечного компонентов массы тела спортсмена [2, 3]. Он может служить дополнительным методом оценки уровня физического развития при проведении первичного комплексного обследования и, наряду с оценкой компонентного состава тела, может помогать в проведении спортивного ориентирования и спортивного отбора. При динамических наблюдениях оценка соматотипологического профиля показывает изменения, происходящие в организме спортсмена («движение» индивидуальной соматоточки на соматокарте имеет строго определенную направленность при увеличении или уменьшении жирового и мышечного компонентов массы тела).

В связи с тем, что морфологической модели, включающей как показатели мышечной и жировой массы тела (ЖМТ), так и показатели соматотипологического профиля для спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в настоящее время не разработано [1], целью исследования явилось определение особенностей соматотипологического профиля спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в зависимости от возраста и содержания в организме жировой массы тела.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие спортсменки 12,0-20,5 лет, специализирующиеся в хоккее на траве. Спортсменки были разделены на 3 группы согласно возрастной периодизации (1 группа – 12-14 лет, 2 группа – 15-17 лет, 3 группа – 18-20 лет) и на 2 группы согласно содержанию жировой массы тела в организме: «ЖМТ норм» – группа спортсменок с нормальным значением индекса массы тела (ИМТ) и нормальным содержанием ЖМТ в организме относительно возрастной нормы, «ЖМТ изб» – группа спортсменок с нормальным/повышенным значением ИМТ и повышенным содержанием ЖМТ относительно возрастной нормы. Возрастные нормы значений ИМТ и доли ЖМТ взяты из индивидуальных протоколов оценки компонентного состава тела с помощью анализатора АВС-01 Медасс.

Соматометрические показатели измеряли методом антропометрии по стандартной методике [4, 5]. Жировую массу тела, индексы жировой массы и соматотипологический профиль по схеме Хит-Картера [2, 3] определяли методом биоимпедансометрии с помощью анализатора АВС-01 Медасс (НТЦ «Медасс», Россия) [6].

Статистические расчеты проводились с помощью пакета Statistica 12 (StatSoft, США) и программы Microsoft Excel. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Достоверность различий определяли с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни и рангового критерия Краскела-Уоллиса (H-критерий). Статистически значимыми считали различия при $p<0,05$. Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильных интервалов [нижний квартиль (Q1); верхний квартиль (Q3)], минимального и максимального значений признака (Min ÷ Max) [7].

Результаты исследования и их обсуждение. При анализе соматометрических показателей спортсменок было выявлено,

что в возрастном интервале от 12 до 17 лет наблюдается закономерное физиологическое возрастание [8, 9] показателей длины тела (ДТ), массы тела (МТ), окружности талии (ОТ), окружности бедер (ОБ), индекса отношения ОТ к ОБ (ИТБ) и ИМТ, однако различия между 1 и 2 группой спортсменок не достигали статистической значимости. При этом девушки 2 и 3 возрастных групп не различались между собой по измеренным показателям и девочки 3-ей группы при оценке ДТ, МТ, ОТ, ИТБ и ИМТ имели даже меньшие показатели, чем спортсменки 2-й группы (табл. 1).

При разделении спортсменок в зависимости от доли ЖМТ в организме было показано, что спортсменки группы «ЖМТ изб» были более высокими, достоверно более массивными, имели большие показатели ОТ, ОБ, ИТБ и ИМТ, чем спортсменки группы с нормальным содержанием ЖМТ (табл. 1).

Таблица 1

Соматометрические показатели спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, Me [Q1; Q3], (Min ÷ Max)

Показатель	Все хоккеистки	12-14 лет (1 гр)	15-17 лет (2 гр)	18-20 лет (3 гр)	ЖМТ норм	ЖМТ изб
Длина тела, см	162,0 [158,5; 163,5] (143,5 ÷ 174,5)	159,8 [154; 162,5] (143,5 ÷ 163,5)	162,5 [159,5; 163,5] (158 ÷ 168,5)	161,5 [158,5; 172] (157,6 ÷ 174,5)	159,5 [158,5; 163] (143,5 ÷ 164)	162,5 [162; 168,5] (151,5 ÷ 174,5)
Масса тела, кг	53,0 [49; 56,5] (37,8 ÷ 62,1)	49,1 [46,5; 55,2] (37,8 ÷ 62,1)	56,0 [51,9; 59,2] (51 ÷ 60,1)	54,7 [49,8; 61,4] (48,7 ÷ 61,4)	50,9 [46,7; 6] (37,8 ÷ 60,1)	56,4* [53,7; 61,4] (49 ÷ 62,1)
Окружность талии, см	69,0 [66; 76] (63 ÷ 82)	68,5 [67; 69] (63 ÷ 82)	72,0 [68; 76] (65 ÷ 77)	70,5 [65; 76] (65 ÷ 76)	68,5 [66; 72] (63 ÷ 77)	74,0 [68; 76] (65 ÷ 82)
Окружность бедер, см	90,0 [86; 93] (81 ÷ 99)	87,5 [83; 91] (81 ÷ 93)	92,0 [87; 95] (81 ÷ 96)	93,0 [87; 96] (85 ÷ 99)	88,5 [85; 92] (81 ÷ 96)	92,0 [89; 93] (81 ÷ 99)
Отношение ОТ к ОБ	0,78 [0,76; 0,82] (0,70 ÷ 0,90)	0,79 [0,76; 0,83] (0,71 ÷ 0,90)	0,79 [0,78; 0,81] (0,75 ÷ 0,83)	0,77 [0,75; 0,79] (0,7 ÷ 0,82)	0,78 [0,76; 0,81] (0,7 ÷ 0,86)	0,79 [0,77; 0,82] (0,71 ÷ 0,9)
Индекс массы тела, кг/м^2	20,2 [19,1; 21,1] (17,5 ÷ 27,1)	19,4 [18,4; 20,9] (17,5 ÷ 27,1)	21,1 [19,1; 22,6] (18,9 ÷ 22,8)	20,0 [19,7; 20,8] (19,3 ÷ 22,7)	19,8 [19,3; 21,1] (17,5 ÷ 22,8)	20,8 [19,1; 22,6] (18,6 ÷ 27,1)

Примечание: ЖМТ – жировая масса тела; ЖМТ норм – группа спортсменок с нормальным значением индекса массы тела и нормальным содержанием ЖМТ в организме относительно возрастной нормы, ЖМТ изб – группа спортсменок с нормальным/повышенным значением индекса массы тела и повышенным содержанием ЖМТ относительно возрастной нормы; ОТ – окружность талии; ОБ – окружность бедер; * – достоверные отличия от группы с нормальным количеством ЖМТ в организме (при $p<0,05$).

Оценка жирового компонента массы тела показала, что в возрастном интервале от 12 до 17 лет наблюдается закономерное физиологическое возрастание показателей жировой массы тела (ЖМТ) и ее доли (доля ЖМТ), значений простого (ИЖМ) и двойного (ДИЖМ) индексов жировой массы, однако различия между 1 и 2 группой спортсменок не достигали статистической значимости. В отличие от результатов, касающихся соматометрических показателей, спортсменки 2 и 3 возрастных групп различались между собой по измеренным показателям, девочки 3-ей группы при оценке ЖМТ, доли ЖМТ, ИЖМ и ДИЖМ имели большие показатели, чем спортсменки 2-й группы (различия не достигали статистической значимости) (табл. 2).

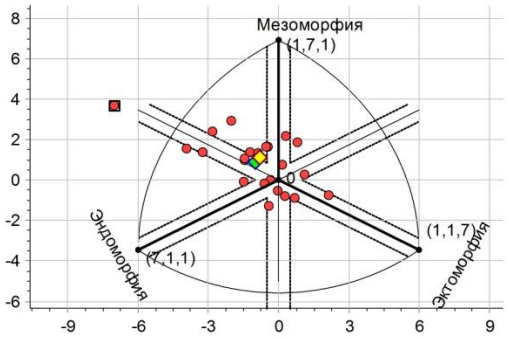
При разделении спортсменок в зависимости от доли ЖМТ в организме было обнаружено, что спортсменки группы «ЖМТ изб» имели достоверно большие значения ЖМТ, доли ЖМТ, ИЖМ и ДИЖМ (табл. 2).

Таблица 2

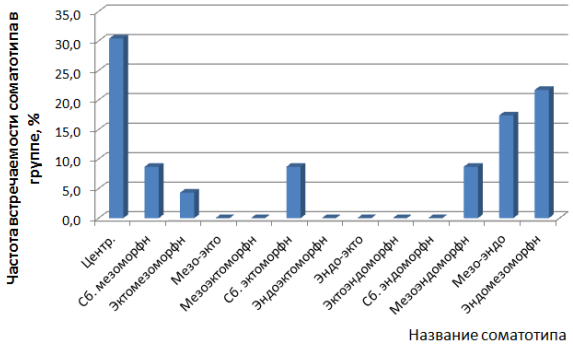
Жировая масса тела, индексы жировой массы (простой и двойной) и соматотипологический профиль спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, Me [Q1; Q3], (Min ÷ Max)

Показатель	Все хоккеистки	12-14 лет (1 гр)	15-17 лет (2 гр)	18-20 лет (3 гр)	ЖМТ норм	ЖМТ изб
Жировая масса тела, кг	13,3 [9,8; 14,2] (6,4 ÷ 21,9)	10,0 [7,7; 13,9] (6,4 ÷ 21,9)	13,6 [11,7; 14] (10,8 ÷ 17,2)	14,6 [11,9; 16,4] (8,2 ÷ 18,5)	10,5 [8,2; 12,9] (6,4 ÷ 13,9)	16,2* [14; 17,2] (13,6 ÷ 21,9)
Доля ЖМТ, %	24,3 [20,3; 26,6] (13,1 ÷ 35,3)	20,8 [19,4; 25,7] (13,1 ÷ 35,3)	24,6 [20,8; 26,6] (19,5 ÷ 29,1)	26,2 [22,5; 29,1] (16,9 ÷ 30,2)	20,7 [19,4; 23,7] (13,1 ÷ 25,9)	28,5* [26,5; 29,1] (25,7 ÷ 35,3)
Индекс жировой массы, кг/м^2	5,0 [3,8; 5,5] (2,5 ÷ 9,6)	3,9 [3,7; 5,3] (2,5 ÷ 9,6)	5,1 [4,4; 5,5] (4,3 ÷ 6,6)	5,3 [4,4; 6,1] (3,3 ÷ 6,1)	4,1 [3,7; 5] (2,5 ÷ 5,5)	5,5* [5,3; 6,6] (4,9 ÷ 9,6)
Двойной ИЖМ, (кг/м^2) / м^2	0,09 [0,08; 0,10] (0,05 ÷ 0,15)	0,09 [0,08; 0,1] (0,05 ÷ 0,15)	0,09 [0,08; 0,1] (0,07 ÷ 0,11)	0,10 [0,08; 0,1] (0,07 ÷ 0,12)	0,08 [0,07; 0,09] (0,05 ÷ 0,1)	0,10* [0,1; 0,11] (0,09 ÷ 0,15)
Балл компонента эндоморфии (ENDO)	3,7 [3,3; 4,2] (2,4 ÷ 7,1)	3,3 [2,6; 3,8] (2,4 ÷ 7,1)	3,8 [3,6; 4,5] (3,4 ÷ 5,1)	4,1 [3,7; 4,5] (3,2 ÷ 5,4)	3,4 [2,8; 3,8] (2,4 ÷ 4,5)	4,1* [3,7; 5,1] (3,4 ÷ 7,1)
Балл компонента мезоморфии (MESO)	4,3 [3,5; 4,6] (2,9 ÷ 6,8)	4,4 [3,6; 4,5] (2,9 ÷ 6,8)	4,3 [3,3; 5,1] (3,0 ÷ 5,4)	3,6 [3,5; 3,9] (2,9 ÷ 4,8)	4,4 [3,6; 4,5] (3 ÷ 5,4)	3,5 [3,1; 4,7] (2,9 ÷ 6,8)
Балл компонента эктоморфии (ECTO)	2,9 [2,6; 3,7] (0,1 ÷ 4,7)	2,9 [2,7; 3,9] (0,1 ÷ 4,7)	2,6 [1,8; 3,7] (1,7 ÷ 4,1)	3,3 [2; 3,4] (1,5 ÷ 3,8)	2,9 [2,6; 3,3] (1,7 ÷ 4,7)	3,3 [1,9; 3,8] (0,1 ÷ 4,1)

Примечание: ЖМТ – жировая масса тела; ЖМТ норм – группа спортсменок с нормальным значением индекса массы тела и нормальным содержанием ЖМТ в организме относительно возрастной нормы, ЖМТ изб – группа спортсменок с нормальным/повышенным значением индекса массы тела и повышенным содержанием ЖМТ относительно возрастной нормы; ИЖМ – индекс жировой массы; * – достоверные отличия от группы с нормальным количеством ЖМТ в организме (при $p<0,05$).



1а



1б

Рис. 1. Соматотипологический профиль спортсменок, занимающихся хоккеем на траве
Примечание: 1а – соматооблако на соматотреугольнике; 1б – частота встречаемости представительниц различных соматотипов в группе обследованных спортсменок.

При разделении хоккеисток на возрастные группы было показано, что в возрасте 12-14 лет соматотип обследованных был сбалансированным мезоморфным с формулой 3,2-4,4-2,9; в возрасте 15-17 лет – эндомезоморфным с формулой 3,8-4,3-2,6; в возрасте 18-20 лет – центральным с формулой 4,1-3,6-3,3 (рис. 2а, 2в, 2д).

Показано, что с возрастом соматотип хоккеисток на траве претерпевает изменения и переходит из сбалансированного мезоморфного в эндомезоморфный, а далее – в центральный. В группе обследованных спортсменок набор мышечной массы происходит крайне слабо, выявляются признаки присутствия в группе девочек и девушек со

скрытой избыточной массой тела, т.е. перераспределением жирового и мышечного компонентов.

В группе 12-14 лет встречаются практически в равном количестве представительницы центрального, сбалансированного мезоморфного, эктомезоморфного, сбалансированного эктоморфного, мезо-эндо и эндомезоморфного соматотипов. В возрастной группе 15-17 лет превалируют представительницы эндомезоморфного и мезо-эндо соматотипов, сбалансированный мезоморфный и эктомезоморфный соматотипы не встречаются. В возрастной группе 18-20 лет встречаются представительницы центрального и мезоэндрморфного соматотипов, что говорит об эндоморфизации спортсменок старшего возраста (рис. 2б, 2г, 2е, табл. 3).

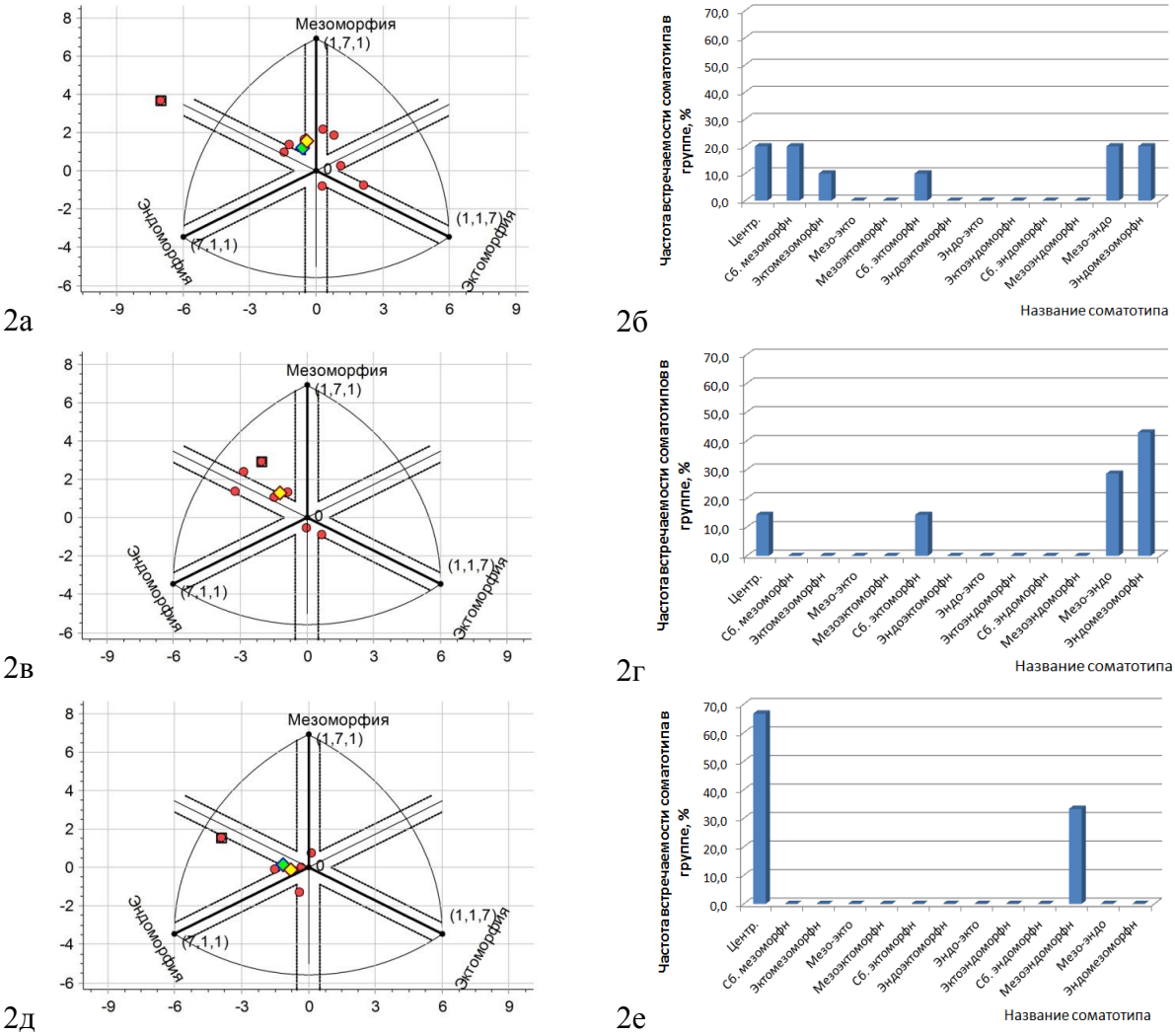


Рис. 2. Соматотипологический профиль спортсменок, занимающихся хоккеем на траве, при разделении на три возрастные группы

Примечание: 2а, 2в, 2д – соматооблака на соматотреугольниках для возрастных групп 12-14 лет, 15-17 лет и 18-20 лет соответственно; 2б, 2г, 2е – частота встречаемости представительниц различных соматотипов для возрастных групп 12-14 лет, 15-17 лет и 18-20 лет соответственно.

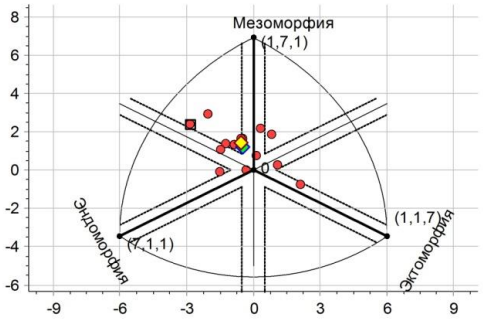
При разделении хоккеисток на 2 группы по содержанию жировой массы тела в организме было показано, что 14 спортсменок (60,9%) имели нормальную жировую массу тела, 8 (34,8%) – повышенную ЖМТ при нормальных значениях ИМТ, 1 (4,3%) – истинное ожирение. Соматотипологический профиль спортсменок с нормальной ЖМТ был эндомезоморфный с формулой 3,4-4,4-2,9; спортсменок с избыточной ЖМТ – центральный с формулой 4,1-3,5-3,3 (рис. 3а, 3в).

Таблица 3

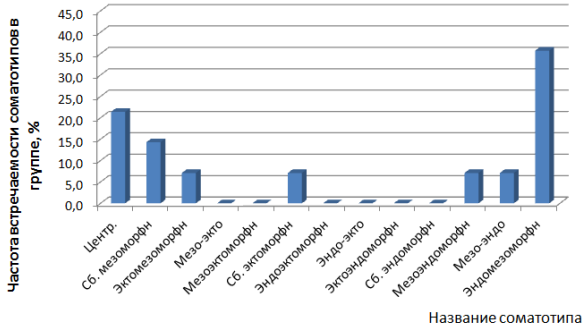
Встречаемость соматотипов в группе девочек и девушек, занимающихся хоккеем на траве, в зависимости от разделения на возрастные группы и от содержания жирового компонента

Соматотип	Все хоккеистки	12-14 лет (1 гр)	15-17 лет (2 гр)	18-20 лет (3 гр)	ЖМТ норм	ЖМТ изб
Центральный	30,4	20	14,3	66,7	21,4	44,4
Сб. мезоморфный	8,7	20	–	–	14,3	–
Эктомезоморфный	4,3	10	–	–	7,1	–
Мезо-экто	–	–	–	–	–	–
Мезоэктоморфный	–	–	–	–	–	–
Сб. эктоморфный	8,7	10	14,3	–	7,1	11,1
Эндоэктоморфный	–	–	–	–	–	–
Эндо-экто	–	–	–	–	–	–
Эктоэндоморфный	–	–	–	–	–	–
Сб. эндоморфный	–	–	–	–	–	–
Мезоэндоморфный	8,7	–	–	33,3	7,1	11,1
Мезо-эндо	17,4	20	28,6	–	7,1	33,3
Эндомезоморфный	21,7	20	42,9	–	35,7	–

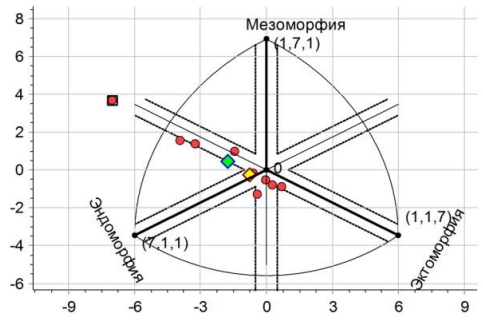
Примечание: ЖМТ – жировая масса тела; ЖМТ норм – группа спортсменок с нормальным значением индекса массы тела и нормальным содержанием ЖМТ в организме относительно возрастной нормы, ЖМТ изб – группа спортсменок с нормальным/повышенным значением индекса массы тела и повышенным содержанием ЖМТ относительно возрастной нормы.



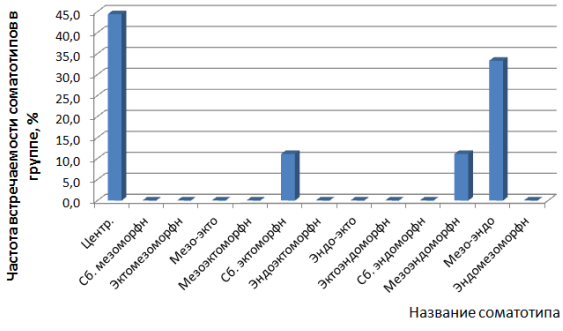
3а



3б



3в



3г

Рис. 3. Соматотипологический профиль спортсменок, занимающихся хоккеем на траве, при разделении на 2 группы в зависимости от содержания в организме жировой массы тела
Примечание: 3а, 3в – соматооблака на соматотреугольниках для групп с нормальным и повышенным количеством жировой массы тела соответственно; 3б, 3г – частота встречаемости представительниц различных соматотипов для групп с нормальным и повышенным количеством жировой массы тела соответственно.

Соматооблако спортсменок с избыточной ЖМТ лежит на соматотреугольнике более эндоморфно (ниже и левее соматооблака спортсменок с нормальным содержанием ЖМТ). В группе с нормальной ЖМТ чаще встречаются спортсменки эндомезоморфного, центарального и сбалансированного мезоморфного типов телосложения с хорошо развитой мышечной массой тела. Также в этой группе встречаются представительницы эктомезоморфного, сбалансированного эктоморфного, мезоэндоморфного и мезо-эндо соматотипов, тогда как в группе с избыточной ЖМТ встречаются представительницы лишь 4-х типов: центрального, мезо-эндо, сбалансированного мезоморфного и мезоэндоморфного соматотипов (рис. 3б, 3г, табл. 3). Показано, что представительницы со скрытой избыточной массой тела имеют центральный соматопрофиль с большим балльным значением компонента ENDO, равным 4,1 баллам.

Заключение. В результате проведенного исследования были определены особенности соматотипологического профиля спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в зависимости от возраста и содержания в организме жировой массы тела. Было показано, что соматотипологический профиль претерпевает изменения с увеличением возраста, выражающиеся в увеличении балльного значения компонента эндоморфии и уменьшении балльного значения компонента мезоморфии. При разделении спортсменок по количеству жировой массы тела было показано, что соматотипологический профиль спортсменок с нормальной жировой массой достоверно менее эндоморфный и более мезоморфный. Такой соматотипологический профиль можно отнести к морфологической модели спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве.

Выявленные особенности соматотипологического профиля в зависимости от возраста и содержания в организме жировой массы тела могут служить ориентиром (морфологической моделью) при оценке уровня физического развития спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве. Следует отметить, что эндоморфизация соматотипологического профиля обследованных нами спортсменок является показателем сочетания, скорее всего, таких факторов, как несбалансированность рациона питания и неадекватность физических нагрузок. Следовательно, ориентировочными критериями могут служить только данные, полученные в группе спортсменок с нормальным содержанием жировой массы тела.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы FGMF-2025-0002 «Разработка и реализация инновационных антропонутрициологических подходов для оптимизации уровня физического развития и спортивной работоспособности в детско-юношеском спорте».

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study was carried out under the project FGMF-2025-0002 titled “Development and realization of innovational antroponutritiological approaches for optimizing the level of physical development and sports performance in youth sports”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Т.Ф. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам: учебно-методическое пособие / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – М.: ТВТ дивизион, 2010. – 104 с.

2. Биоимпедансная оценка соматотипа по Хит-Картеру: обновленные формулы и программное обеспечение / С.Г. Руднев, В.А. Колесников, Д.В. Николаев [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2025. – № 2. – С. 26-44. DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-2-3.

3. Carter, J.E.L. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual / J.E.L. Carter. – 2002. – 26 p.

4. Анатомо-антропонутрициологические методы оценки физического и пищевого статусов детского и взрослого населения с различным уровнем физической активности: методические рекомендации // В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, К.В. Выборная [и др.]. – М.: Мультипринт, 2022. – 112 с. DOI: 10.56188/978-5-6048236-0-6-202.

5. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации // В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, Е.А. Бурляева [и др]. – М.: Спорт, 2018. – 64 с.
6. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов [и др.]. – М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 493 с.
7. Дерябин, В.Е. Краткий справочник по решению типовых задач биометрической обработки антропологических данных / В.Е. Дерябин. – Рукопись, депонированная в ВИНИТИ №1187-В2005 от 29.08.2005. – М., 2005. – 247 с.
8. Баранов, А.А., Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий // А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. – 216 с.
9. Морфофункциональное развитие современных школьников / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Скоблина [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 352 с.

REFERENCES

1. Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I. Morphological criteria – indicators of fitness, general physical fitness and control of current and long-term adaptation to training loads: training manual. Moscow: TVT division, 2010. 104 p. (in Russ.)
2. Rudnev S.G., Kolesnikov V.A., Nikolaev D.V., et al. Bioimpedance assessment of the Heath-Carter somatotype: updated formulas and software. *Moscow University Anthropology Bulletin.* 2025. no. 2, pp. 26-44. DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-2-3. (in Russ.)
3. Carter J.E.L. The Heath-Carter anthropometric somatotype: instruction manual. 2002. 26 p.
4. Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Vybornaya K.V. et al. Anatomical and anthroponutritiological methods of evaluating physical and nutritional statuses of children and adult population with different levels of physical activity: methodological guidelines. Moscow: Multiprint, 2022. 112 p. DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022. (in Russ.)
5. Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Burlyaeva E.A. et al. The method of complex anthropometry in sports and clinical practice: methodological guidelines. Moscow: Sport. 2018. 64 p. (in Russ.)
6. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A. et al. Bioimpedance study of body composition in the Russian population. M.: RIO TSNIIOIZ. 2014. 493 p. (in Russ.)
7. Deryabin V.E. A brief guide to solving typical problems of biometric processing of anthropological data (Manuscript deposited in VINITI No. 1187-B2005 dated 29.08.2005). Moscow, 2005. 247 p (in Russ.)
8. Baranov A.A., Kuchma V.R., Skoblina N.A. Physical development of children and adolescents at the turn of the millennium. Moscow: Scientific Center for Children's Health Russian Academy of Medical Sciences, 2008. 216 p. (in Russ.)
9. Kuchma V.R., Milushkina O.Yu., Skoblina N.A. et al. Morphofunctional development of modern schoolchildren. Moscow: GEOTAR-Media, 2018. 352 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ксения Валерьевна Выборная – научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: dombim@mail.ru.
Дмитрий Борисович Никитюк – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», Москва, профессор кафедры экологии и безопасности пищи Института экологии ФГАОУ ВО РУДН им. П. Лумумбы, Москва, e-mail: dimitrynik@mail.ru.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Ksenia V. Vybornaya – Researcher of the Laboratory of Anthroponutritiology and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: dombim@mail.ru.
Dmitrij B. Nikityuk – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety; Professor of the Department of Operative Surgery and Regional Anatomy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; Head of the Department of Ecology and Food Safety, Ecology Faculty, RUDN University, Moscow, e-mail: dimitrynik@mail.ru.

Для цитирования: Выборная, К.В. Особенности соматотипологического профиля спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве / К.В. Выборная, Д.Б. Никитюк // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_31

For citation: Vybornaya K.V., Nikityuk D.B. Features of the somatotypological profile of female field hockey athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_31

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_32
УДК 612.3

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_32
UDC 612.3

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ И МАКРОНУТРИЕНТОВ СПОРТСМЕНКАМИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИМИСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ

Ю.А. Мезенцева, З.М. Шурова, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Целью исследования являлся анализ потребления энергии и макронутриентов у спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в период проведения тренировочных сборов. ***Методы.*** В обследовании приняли участие 23 спортсменки. Использовали метод 24-часового воспроизведения питания с обработкой данных в программно-аналитическом модуле, разработанном Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи. ***Результаты.*** Структура рациона не сбалансирована – высокая доля потребления жиров преобладала у 96%, недостаточное потребление углеводного компонента – у 87%. Удельное потребление белков и углеводов ниже рекомендуемого у 39% и 92% спортсменок соответственно. Статистически значимые отличия наблюдались по потреблению жиров и углеводов между младшей и старшей, средней и старшей группами. ***Заключение.*** Выявлены нарушения структуры питания и потребления энергии, разработаны персонализированные рекомендации по коррекции рационов. Актуальным является проведение оценки питания на разных этапах подготовки с учетом сезонных изменений и уровня энергетических затрат.

Ключевые слова: юные спортсмены, питание, энергия, макронутриенты, хоккей на траве.

ENERGY AND MACRONUTRIENT CONSUMPTION IN FEMALE FIELD HOCKEY ATHLETES

Yu.A. Mezentseva, Z.M. Shurova, N.N. Denisova, E.E. Keshabyants
Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The aim of the study was to analyze the energy and macronutrient consumption of female field hockey athletes during training camps. ***Methods.*** Twenty-three athletes participated in the study. A 24-hour dietary recall method was used, with data processed in the software and analytical module developed by the Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety. ***Results.*** The diet structure was unbalanced: 96% of the athletes consumed a high proportion of fats, while 87% had an insufficient intake of carbohydrates. The specific protein and carbohydrate intake were below the recommended levels in 39% and 92% of the athletes, respectively. Statistically significant differences were observed in fat and carbohydrate consumption between the younger and older, and middle and older groups. ***Conclusion.*** Violations in the diet structure and energy consumption were identified, and personalized recommendations for dietary adjustments were developed. It is important to evaluate nutrition at different stages of preparation, taking into account seasonal changes and the level of energy expenditure.

Keywords: young athletes, nutrition, energy, macronutrients, field hockey.

Введение. Хоккей на траве, как контактный командный игровой вид спорта, характеризуется высокоинтенсивными прерывистыми физическими нагрузками и смешанным механизмом энергообеспечения. Объем физических нагрузок в детско-юношеском спорте может достигать 20 тренировок в неделю [1], а в условиях тренировочных сборов составлять >3 ч/сут (2-3 тренировки в день).

Повышенный уровень физических нагрузок юных спортсменов обуславливает соответствующие потребности в восполнении энергии с пищей. Рекомендации по питанию спортсменов представлены в публикациях таких организаций, как Американский колледж спортивной медицины (American College of Sports Medicine) [2], Международное общество спортивного питания (International Society of Sports Nutrition (ISSN)) [3], Австралийский институт спорта (Australian Institute of Sport) [4], Международный олимпийский комитет (International Olympic Committee) [2]. Однако потребление пищевых веществ и энергии у большого числа спортсменов, в

особенности у девушек, не соответствует рекомендованным величинам, что повышает риск развития различных заболеваний, обусловленных длительным энергетическим дисбалансом. Последствия несбалансированного рациона у молодых спортсменок выражаются в менструальной дисфункции, снижении минеральной плотности костной ткани, повышении риска получения травм, а также оказывают негативное влияние на физическую работоспособность [5].

В связи с этим проведение скрининговых обследований по оценке фактического питания юных спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, для своевременной коррекции рационов с целью повышения их спортивной успешности является актуальным.

Цель данного исследования – анализ потребления энергии и макронутриентов у спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, в период проведения тренировочных сборов.

Методы и организация исследования. Оценка фактического питания осуществлялась в период проведения тренировочных сборов на территории олимпийского учебно-спортивного центра «Крылатское» у 23 спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, Государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Физкультурно-спортивное объединение «Юность Москвы». Использовали опросный метод 24-часового воспроизведения питания не менее, чем за 2 суток. Оценку количества потребляемой пищи проводили с помощью «Альбома порций продуктов и блюд», содержащего фотографии порций наиболее часто употребляемой пищи в натуральную величину. Обработку полученных данных проводили в программно-аналитическом модуле по разработке рецептур продуктов, блюд и меню питания, разработанном Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи (Свидетельство о государственной регистрации программы №2020664074 06.11.2020).

При анализе и интерпретации результатов спортсменки были разделены на 3 возрастные группы:

- 11-14 лет (n=10, длина тела (ДТ) – 157,9±2,0 см, масса тела (МТ) – 50,0±2,1 кг, индекс массы тела (ИМТ) – 20,1±0,9 кг/м², уровень спортивного мастерства – от 2 юношеского до 1 взрослого разряда);

- 15-17 лет (n=7, ДТ – 162,5±1,3 см, МТ – 55,5±1,3 кг, ИМТ – 21,0±0,6 кг/м², уровень спортивного мастерства – от 1 взрослого до кандидатов в мастера спорта (КМС));

- 18-20 лет (n=6, ДТ – 164,3±3,0 см, МТ – 55,1±2,3 кг, ИМТ – 20,4±0,5 кг/м², уровень спортивного мастерства – КМС).

Обработку первичного материала, расчеты и преобразования данных, а также статистическую обработку проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 20.0 (IBM, США). Описательные статистики количественных данных малых выборок представлены в виде медианы, 1-ого и 3-его квартилей, а также минимальными и максимальными значениями. Для оценки различий нескольких независимых выборок применяли статистический U-критерий Манна-Уитни. Для всех проведенных тестов различия считали достоверными при двустороннем уровне значимости $p<0,05$. Все участницы и родители спортсменок (при возрасте детей <18 лет) были ознакомлены с протоколом обследования и подписали информированное согласие.

Результаты исследования и их обсуждение. Представленные данные необходимо интерпретировать как предварительные результаты, требующие проведения дальнейших исследований с целью увеличения объема выборок определенных возрастных групп спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве. Абсолютное и удельное потребление энергии и макронутриентов хоккеистками представлено в таблице 1.

В связи с тем, что оценка фактического питания хоккеисток проходила в период проведения тренировочных сборов, объем тренировок был в 2-3 раза выше, чем при стандартных тренировочных условиях, включающих 1 тренировку в день с продолжительностью 1,5 ч, что обуславливает повышенную потребность в восполнении энергии. Полученные нами данные незначительно ниже величин абсолютного потребления энергии испанских хоккеисток

(хоккей с шайбой) – 2020±514 ккал/сут (n=15, средний возраст – 21,4 год) [6], а также группы спортсменок, выступающих в контактных командных видах спорта: футбол – 1965±293 ккал/сут (n=16), регби – 2056±207 ккал/сут (n=29), хоккей – 2091±373 ккал/сут (n=11) [7]. Таким образом, можно прийти к выводу о высокой частоте энергодефицита относительно рекомендуемых значений среди спортсменок командных видов спорта и значимости данной проблемы в спорте [5, 8-11].

Таблица 1

Абсолютное и удельное потребление энергии и макронутриентов хоккеистками, Me [Q1; Q3], Min-Max

Показатель, в сутки	11-14 лет	15-17 лет	18-20 лет	Рекомендуемые величины
ЭЦ, ккал	1848 [1521; 1996] 899-2253	1664 [1578; 2137] 973-3022	1709 [1310; 2006] 915-3042	2300[1] 2500[2] 2600-3000[3]
ЭЦ, ккал/кг	32,9 [29,2; 43,3] 19,6-49,9	32,1 [28,9; 38,0] 18,1-50,3	31,5 [23,6;40,4] 16,2-49,6	50-80*
Белки, г	60,1 [53,9; 66,3] 23,8-84,1	65,8 [60,4; 79,9] 33,6-101,2	57,3 [47,3; 69,4] 27,9-89,9	69[1] 75[2] 81-90[3]
Белки, г/кг	1,2 [0,9; 1,4] 0,5-1,6	1,2 [1,1; 1,4] 0,6-1,8	1,1 [0,8; 1,4] 0,5-1,5	1,4-1,8*
Жиры, г	75,6 [59,4; 81,5] 36,0-107,9	80,0 [61,6; 85,3] 50,5-169,7	106,8 [78,3; 123,7] 52,2-149,1	77[1] 83[2] 87-100[3]
Жиры, г/кг	1,5 [1,2; 1,8] 0,7-2,0	1,4 [1,2; 1,6] 0,9-2,8	2,0 [1,4; 2,4] 0,9-2,5	0,8-1,0*
Углеводы, г	217,7 [165,4; 251,0] 83,5-295,6	201,3 [164,9; 267,1] 93,9-294,8	126,0 [89,6; 171,9] 83,5-335,2	334[1] 363[2] 374-435[3]
Углеводы, г/кг	4,1 [2,9; 5,5] 1,8-6,7	3,6 [3,1; 4,6] 1,7-5,2	2,3 [1,7; 3,3] 1,5-5,5	6,0-10,0*

Примечание: ЭЦ – энергетическая ценность; [1],[2],[3] – МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»: [1] – дети 11-14 лет, [2] – дети 15-17 лет (без учета физической активности); [3] – спортсменки 3-4 группы физической активности 18-20 лет; * – Международное общество спортивного питания (International Society of Sports Nutrition (ISSN)) – рекомендации по удельному потреблению энергии и макронутриентов без учета возраста.

Потребление белка хоккеистками в абсолютных единицах не соответствовало рекомендуемым по возрасту и величине нагрузки величинам во всех группах, кроме одной спортсменки старшей группы – 89,9 г/сут, что также выражалось и в удельном потреблении (табл. 1). Однако, при учете МТ 4 девушки младшего возраста (40%), 2 среднего (29%), 2 (33%) старшего потребляли белок в рекомендуемом ISSN диапазоне. Текущие рекомендации по потреблению белка спортсменами демонстрируют значительную степень вариации от 1,2 до 2,0 г/кг МТ, что обусловлено различиями в специфике видов спорта (механизмы энергообеспечения), а также изменяющимся тренировочным графиком.

При оценке жирового компонента рациона в наибольшей степени руководствовались удельными единицами измерения для персональной оценки потребления каждой спортсменки и обязательного учета ее МТ с целью определения индивидуальных потребностей. По результатам оценки было выявлено, что удельное потребление жира хоккеистками было повышено в 1,5-2 раза у 10 из 23 (43%) девушек, что особенно выражено в группе 18-20 лет.

Потребление углеводов, как основного источника энергии для выполнения физических упражнений, было снижено относительно «норм» в абсолютных единицах в 1,6 раз (11-14 лет), 1,7 раз (15-17 лет), 2,6 раза (18-20 лет). Наибольшее удельное потребление по группе было отмечено среди спортсменок 11-14 лет – у 2 девушек соответствовало нижней границе оптимальных значений – 6,7 г/кг, 6,0 г/кг, однако у остальных хоккеисток потребление углеводов находилось в дефиците. Это особенно выражено среди старшей группы девушек: у троих оно было менее 2 г/кг/сут, что в 3 раза ниже минимально рекомендуемого потребления в удельных единицах. Причинами недостаточного потребления углеводов могли стать пищевые привычки спортсменок: недостаточное потребление сложных углеводов (каш, крупяных гарниров, макарон, отварного/запеченного картофеля) и превышение рекомендуемого уровня потребления жиров и добавленного сахара.

Структура энергетической ценности рациона хоккеисток отражена в таблице 2.

Таблица 2

Структура энергетической ценности рациона хоккеисток, Me [Q1; Q3], Min-Max

Показатель от ЭЦ сутки	11-14 лет	15-17 лет	18-20 лет	Рекомендуемые величины[1], % от ЭЦ[1]	P<
Белки	13,7 [11,9; 15,0] 10,6-16,8	15,1 [12,9; 17,0] 11,1-19,0	12,2 [11,9; 14,8] 11,8-16,7	15-17	–
Жиры	39,8 [33,9; 48,0] 22,5-52,3	39,6 [33,9; 48,0] 29,8-50,5	53,0 [51,4; 54,6] 44,1-60,8	27-28	0,010* 0,007**
Углеводы	46,9 [40,2; 53,5] 32,1-61,6	45,3 [38,1; 49,9] 35,0-54,9	35,1 [30,7; 36,5] 22,5-44,1	55-58	0,022* 0,013**

Примечание: ЭЦ – энергетическая ценность; [1] – Методические указания по питанию юных спортсменов (рекомендуемые величины определяли в зависимости от возраста, пола и уровня физической нагрузки) [10]; * – статистически значимое отличие ($p<0,05$) между показателем средней и старшей возрастных групп; ** – статистически значимое отличие ($p<0,05$) между показателем младшей и старшей возрастных групп.

В структуре ЭЦ рациона трех возрастных групп потребление белка находилось в диапазоне оптимальных для командных видов спорта значений только в группе девушек 15-17 лет (57% по группе), что отражено в таблице 2.

Доля углеводов в структуре ЭЦ была <40% у 11 респонденток, т.е. 47% от общего числа спортсменок, и лишь у 3 – ≥55% от ЭЦ.

Доля белка в рационе всех спортсменок находилась в интервале нормальных значений у 9 хоккеисток (39%) и у 1 спортсменки достигала 19%, что может наблюдаться в связи с определенными пищевыми привычками конкретной спортсменки и быть рациональным при высоких по объему и интенсивности физических нагрузках.

В структуре энергетической ценности отмечалась высокая доля потребления жиров у 22 (96%) спортсменок, в старшей возрастной группе у 2 хоккеисток эта доля превышает рекомендованный уровень в 2 раза (60,8% и 54,1% от ЭЦ).

Выявлены статистически значимые отличия в структуре ЭЦ по потреблению жиров и углеводов между младшей и старшей, средней и старшей группами.

Полученные результаты свидетельствуют о нарушениях структуры ЭЦ рациона – повышении доли жира и недостаточном содержании углеводного компонента рациона во всех возрастных группах, а также снижении относительно рекомендуемых величин доли белка в группах 11-14 и 18-20 лет. В исследованиях спортсменок командных дисциплин зарубежными коллегами представлены данные, описывающие более сбалансированную структуру рациона – футбол (белки (Б) – 15,8%, жиры (Ж) –

30,0%, углеводы (У) – 54,2%), регби (Б – 18,5%, Ж – 31,6%, У – 49,9%), хоккей с шайбой (Б – 17,5%, Ж – 29,6, У – 52,9%) [7]. Это может отражаться на показателях физической работоспособности и скорости восстановления после тренировок ввиду адекватного восполнения запасов гликогена.

Таким образом, нарушения в потреблении макронутриентов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве, являлись значительными относительно рекомендованных величин энергопотребления с учетом того, что МР 2.3.1.0253-21 представлены для детей различных возрастных групп без коррекции по уровню физической нагрузки. Лишь для возрастной группы 18-20 лет в методических рекомендациях присутствуют деления по группам физической активности. Для спортсменок рекомендуемые уровни потребления пищевых веществ и энергии будут повышены по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом. Полученные результаты и сравнение данных с другими командными специализациями молодых спортсменок свидетельствуют о необходимости коррекции рациона питания с учетом периода спортивной подготовки.

Заключение. В процессе данного исследования был проведен анализ потребления энергии и макронутриентов, выявлены индивидуальные проблемы в питании юных спортсменок, а также отмечена взаимосвязь между пищевыми привычками хоккеисток и их фактическим питанием, что обуславливает необходимость индивидуальной коррекции питания в совокупности с мероприятиями образовательной направленности с целью достижения положительных изменений в понимании спортсменками важности сбалансированного рациона как для здоровья, так и для реализации спортивных задач. Все спортсменки получили индивидуальные отчеты по питанию, включающие нормы потребления пищевых веществ и энергии в зависимости от уровня физической нагрузки, а также рекомендации по частоте потребления основных групп продуктов (источников белков, жиров, углеводов), предпочтительных способах приготовления блюд и рекомендуемому количеству приемов пищи (в сутки).

В дальнейших исследованиях требуется проведение оценки питания на разных этапах спортивной подготовки с учетом сезонных изменений и уровня энергетических затрат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа по подготовке рукописи проведена за счет средств государственной субсидии на выполнение фундаментальных научных исследований по теме ФНИ FGMF-2025-0002.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. Preparation of the manuscript was carried out at the expense of the state subsidy for the implementation of fundamental scientific research on the topic of the FGI FGMF-2025-0002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормирование физических нагрузок в детско-юношеском спорте как инструмент сохранения здоровья детей: систематический обзор трудов отечественных и зарубежных ученых / И.И. Новикова, О.М. Куликова, И.Г. Шевкун, Г.В. Яновская // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2023. – Т. 17. – № 1. – С. 176-187. [in English] Novikova I.I., Kulikova O.M., Shevkun I.G., Yanovskaya G.V. Physical activity regulation in children's and youth sport as a tool tomaintain children's health: systematic review of the works of Russian and foreign scientists. *Russian Journal of Social Sciences and Humanities*, 2023, vol. 17, no. 1, pp. 176-187. (in Russ.)

2. Potgieter, S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition / S. Potgieter // South African journal of clinical nutrition. – 2013. – Vol. 26 – P. 6-16.

3. International society of sports nutrition position stand: tactical athlete nutrition / D.E. Gonzalez, M.J. Mcallister, H.S. Waldman [et al.] // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2022. – Vol. 19. – P. 267-315. DOI: 10.1080/15502783.2022.2086017.

4. Sports Dietitians Australia and Ultra Sports Science Foundation Joint Position Statement: A Practitioner Guide to the Prevention and

Management of Exercise-Associated Gastrointestinal Perturbations and Symptoms / R.J. Costa, S.K. Gaskell, K. Henningsen [et al.] // Sports Medicine. – 2025. – P. 1-38.
5. How does the dietary intake of female field-based team sport athletes compare to dietary recommendations for health and performance? A systematic literature review / M. Renard, D.T. Kelly, N.N. Chéilleachair [et al.] // Nutrients. – 2021. – Vol. 13 – No. 4. – P. 1235. DOI: 10.3390/nu13041235.
6. Cross-Sectional Study of the Anthropometric Profile and Nutrient Status of Elite Female Ice Hockey Players: Differences by Play Position / M.J. Jiménez-Casquet, J. Conde-Pipo, I. Valenzuela-Barranco [et al.] // Nutrients. – 2024. – Vol. 16. – No. 4. – P. 471. DOI: 10.3390/nu16040471.
7. Macronutrient intakes in 553 Dutch elite and sub-elite endurance, team, and strength athletes: does intake differ between sport disciplines? / F. Wardenaar, N. Brinkmans, I. Ceelen [et al.] // Nutrients. – 2017. – Vol. 9. – P. 119. DOI: 10.3390/nu9020119.
8. Study the Effect of Relative Energy Deficiency on Physiological and Physical Variables in Professional Women Athletes: A Randomized Controlled Trial / L. Miralles-Amorós, N. Asencio-Mas, M. Martinez Olcina [et al.] // Metabolites. MDPI. – 2023. – Vol. 13. – No.2.
9. Risk and prevalence of Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) among professional female football players / M. Dasa, O. Friborg, M. Kristoffersen [et al.] // Eur J Sport Sci. John Wiley and Sons Inc. – 2024. – Vol. 24. – No. 7. – P. 1032-1041.
10. Kalpana, K. Energy availability and RED-S risk assessment among Kho-Kho players in India / K. Kalpana, K.S. Cherian, G.L. Khanna // Sport Sci Health. Springer-Verlag Italia. – 2023. – Vol. 19. – P. 1101-1108.
11. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Scientific, Clinical, and Practical Implications for the Female Athlete / H.E. Cabre, S.R. Moore, A.E. Smith-Ryan, A.C. Hackney // Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin. Dynamic Media Sales Verlag. – 2022. – Vol. 73. – No. 7. – P. 225-234.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Юлия Андреевна Мезенцева – младший научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: yuliaseledkova0304@gmail.com.
Злата Михайловна Шурова – младший научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: zlata.shurova@yandex.ru.
Наталья Николаевна Денисова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории демографии и эпидемиологии питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: denisova-55@yandex.ru.
Эвелина Эдуардовна Кешабянц – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории демографии и эпидемиологии питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: evk1410@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yulia A. Mezentseva – Junior Researcher of the Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: yuliaseledkova0304@gmail.com.
Zlata M. Shurova – Junior Researcher of the Laboratory of Anthroponutrition and Sports Nutrition, Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, e-mail: zlata.shurova@yandex.ru.
Natalya N. Denisova – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Demography and Epidemiology of Nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: denisova-55@yandex.ru.
Evelina E. Keshabyants – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Demography and Epidemiology of Nutrition, Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: evk1410@mail.ru.

Для цитирования: Потребление энергии и макронутриентов спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве / Ю.А. Мезенцева, З.М. Шурова, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_32

For citation: Mezentseva Yu.A., Shurova Z.M., Denisova N.N., Keshabyants E.E. Energy and macronutrient consumption in female field hockey athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_32

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_33
УДК 796.856

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_33
UDC 796.856

ПОТРЕБЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК РОССИЙСКИМИ БОКСЕРАМИ

А.Б. Мирошников[1], П.И. Хорькин[2], М.В. Кузина[1], В.Д. Баринова[2], Н.Н. Кондаков[2], К.Р. Шафеева[2], А.В. Шевцов[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва, Россия

[2]Ассоциация Российское антидопинговое агентство «РУСАДА», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Использование биологически активных добавок активно обсуждается спортивным сообществом. С одной стороны, биологически активные добавки могут оказывать благотворное влияние на улучшение спортивных результатов спортсменов, но, с другой стороны, необходимо учитывать риски, связанные с использованием веществ, повышающих работоспособность. Цель: изучить биологически активные добавки, которые используют российские боксеры; определить, выбирают ли боксеры добавки в соответствии с принципами доказательной медицины. ***Методы.*** Исследование было проведено на базе РУСАДА. Объектом изучения стали протоколы допинг-контроля российских спортсменов различного профессионального уровня, занимающихся боксом, за период 2024 года. Источниками аналитической информации послужили материалы раздела протоколов допинг-контроля «Заявление о медикаментах/пищевых добавках». ***Результаты.*** Проанализированы 182 протокола допинг-контроля. 115 (63,1%) спортсменов (мужчины n=74, женщины n=41) заявили об употреблении биологически активных добавок. ***Заключение.*** Выявлено, что некоторые спортсмены-боксеры в протоколах допинг-контроля указывают используемые биологически активные добавки, которые не демонстрируют значительного положительного влияния на спортивные результаты; их потребление может повысить риск нарушений антидопинговых правил.

Ключевые слова: биологически активные добавки, спорт, допинг, бокс, доказательная медицина.

CONSUMPTION OF DIETARY SUPPLEMENTS BY RUSSIAN BOXERS

A.B. Miroshnikov[1], P.I. Khorkin[2], M.V. Kuzina[2], V.D. Barinova[2], N.N. Kondakov[2], K.R. Shafeeva[2], A.V. Shevtsov[1]

[1]Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, Russia

[2]Russian Anti-Doping Agency “RUSADA”, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The use of dietary supplements is actively discussed in the sports community. On the one hand, dietary supplements can have a beneficial effect on improving the athletic performance of athletes, but on the other hand, it is necessary to take into account the risks associated with the use of performance-enhancing substances. Objective: to study the dietary supplements used by Russian boxers; to determine whether boxers choose supplements in accordance with the principles of evidence-based medicine. ***Methods.*** The study was conducted at RUSADA. The object of the study was the doping control protocols of Russian athletes of various professional levels involved in boxing for the period of 2024. The sources of analytical information were the materials of the doping control protocols section “Drug/Food Supplement Statement”. ***Results.*** 182 doping control protocols were analyzed. 115 (63.1%) athletes (men n=74, women n=41) declared the use of supplements. ***Conclusion.*** It has been found that some boxing athletes indicate in their doping control reports the use of dietary supplements that do not demonstrate a significant positive effect on athletic performance; their use may increase the risk of anti-doping rule violations.

Keywords: dietary supplements, sports, doping, boxing, evidence-based medicine.

Введение. Использование биологически активных добавок (БАД) спортсменами активно обсуждается Международным Олимпийским Комитетом (МОК) [1], Международным Обществом Спортивного Питания (International Society of Sports Nutrition, ISSN) [2, 3], Союзом Европейских Футбольных Ассоциаций (Union of European Football Associations, UEFA) [4], Португальской федерацией футбола [5] и

Австралийским Институтом Спорта [6]. При этом спортсмены-единоборцы используют БАДы в своей подготовке к соревнованиям [7, 8]. Однако Всемирное Антидопинговое Агентство (ВАДА) обеспокоено тем, что БАДы могут содержать запрещенные субстанции [9]. С учетом научных данных и ожиданий спортсменов эффективность веществ, содержащихся в БАД, следует оценивать на основе строгих научных данных. Многие международные организации классифицировали БАД на четыре группы: A, B, C и D [1, 3, 6]. Среди веществ, обнаруженных в БАД, те, которые отнесены к группе A, продемонстрировали эффективность и безопасность для спортсменов. По данным веществам опубликовано множество зонтичных или систематических обзоров рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) (золотого стандарта доказательной медицины) [10]. С одной стороны, БАД могут оказывать благотворное влияние на улучшение спортивных результатов спортсменов, но, с другой стороны, необходимо учитывать риски, связанные с использованием веществ, повышающих работоспособность [11]. Доступная литература содержит данные о распространенности использования БАД среди спортсменов в других странах, таких как Великобритания [12], Сербия, Германия, Япония и Хорватия [13], Иран [14], а также Польша [15]. Однако, исследований, сосредоточенных исключительно на распространенности использования БАД среди российских боксеров, недостаточно. В свете вышеизложенного были поставлены две цели исследования.

Цели исследования:

1) изучить биологически активные добавки, которые используют российские боксеры;

2) определить, выбирают ли боксеры добавки в соответствии с принципами доказательной медицины.

Методы и организация исследования. Исследование было проведено на базе Российского антидопингового агентства (РУСАДА), г. Москва. Объектом изучения стали обезличенные протоколы допинг-контроля российских спортсменов различного профессионального уровня, занимающихся боксом, за период 2024 года. Источниками аналитической информации послужили материалы раздела протоколов допинг-контроля «Заявление о медикаментах/пищевых добавках». Этот раздел содержит информацию об использовании спортсменами в т.ч. биологически активных добавок (БАД). Все указанные спортсменами БАД были классифицированы по категориям согласно своему назначению, например, дополнительный источник аминокислот, микроэлементов, витаминов и др. Кроме того, в ходе анализа рассматривались субстанции, которые могут присутствовать одновременно в составе БАД и зарегистрированных лекарственных средствах. Примерами таких субстанций являются витамин С, магний, фолиевая кислота и другие подобные субстанции. Эти субстанции учитывались именно как компоненты БАД несмотря на их возможное присутствие в некоторых лекарственных средствах как основных действующих веществ. При проведении анализа была применена процедура фильтрации исходных данных. Из рассмотрения исключались протоколы, содержащие недостаточно информативные или некорректные записи в разделе «Заявление о медикаментах/ пищевых добавках» протоколов допинг-контроля. Это обеспечивало достоверность результатов исследования.

Исследование проведено в соответствии с Международным стандартом по защите неприкосновенности частной жизни и личной информации Всемирного антидопингового агентства.

Результаты исследованиях и их обсуждение. Проанализированы 182 протокола допинг-контроля. 115 (63,1%) спортсменов (мужчины n=74, женщины n=41) заявили об употреблении БАД. 76 боксеров (66,7% из тех, кто заявил об употреблении БАД) употребляли витамины (мультивитамины (n=17, мужчины n=15, женщины n=2), B-комплекс (n=7, мужчины n=4, женщины n=3), D_3+K_2 (n=3, мужчины n=1, женщины n=2), антиоксиданты (женщины n=1)) или отдельные витамины (витамин С (n=43, мужчины n=32, женщины n=11), витамин D_3 (n=42, мужчины n=34, женщины n=8), витамин Е (мужчины n=10), витамин B_6 (мужчины n=2), и витамин К (мужчины

n=1)). 21 боксер (18,4% из тех, кто заявил об употреблении БАД) заявил об употреблении минералов (цинк (n=11, мужчины n=8, женщины n=3), железо (n=5, мужчины n=1, женщины n=4), кальций (n=3, мужчины n=1, женщины n=2) и калий (мужчины n=2).

56 боксеров (49,1% из тех, кто заявил об употреблении БАД) употребляли аминокислотные комплексы (Branched-Chain Amino Acids, BCAA (n=33, мужчины n=25, женщины n=8) и аминокислоты (n=6, мужчины n=5, женщины n=1)) или отдельные аминокислоты (β-аланин (мужчины n=7), фолиевую кислоту (n=6, мужчины n=1, женщины n=5), глютамин (мужчины n=3) и таурин (женщины n=1)).

Также боксеры потребляли полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) омега-3 (n=42, мужчины n=26, женщины n=16), изотоник (n=26, мужчины n=17, женщины n=9), креатин (мужчины n=9), ZMA (мужчины n=7), предтренировочные комплексы (мужчины n=4), коэнзим Q10 (n=3, мужчины n=2, женщины n=1), 5-HTP (женщины, n=2), Ашваганда (мужчины n=1), Трибулус (мужчины n=1), Экдистерон (женщины n=1), маточное молоко (женщины n=1).

13 боксеров (11,4% из тех, кто заявил об употреблении БАД) указали, что они потребляли белковые добавки (сывороточный протеин (n=7, мужчины n=6, женщины n=1), казеин (мужчины n=3) и белково-углеводные смеси (n=3, мужчины n=2, женщины n=1)).

Также были указаны глюкозамин и хондроитин (n=8, мужчины n=2, женщины n=6) (рис. 1).

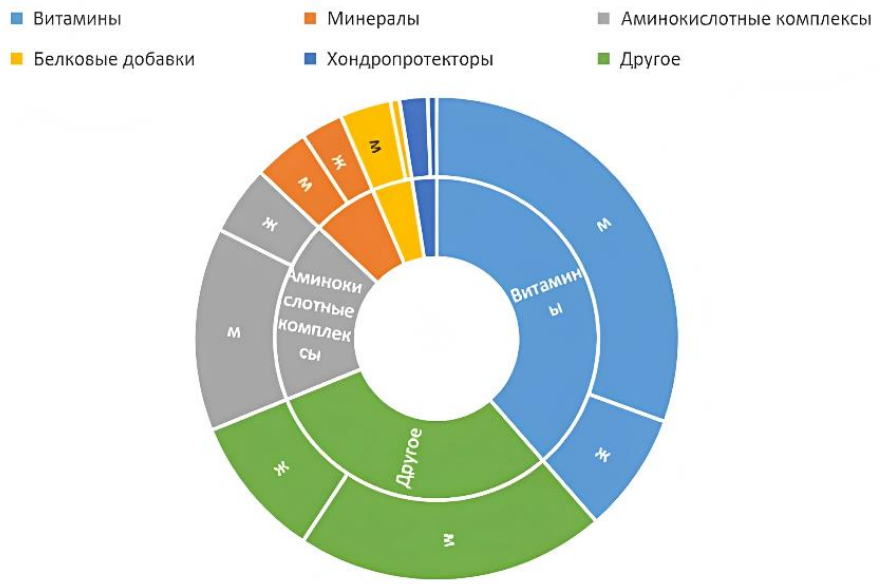


Рис. 1. Соотношение категорий БАД, которые указаны в протоколах допинг-контроля (с учетом пола)

Спортсмены использовали от одного до восьми БАД в своей подготовке.

В возрастной группе 16-20 лет, включающей 30 спортсменов, наблюдается следующее распределение по видам БАД: витамин С принимают 4 человека (13,3%), все из них – мужчины; витамин D_3 используют 2 спортсмена (6,7%), также исключительно мужчины; ПНЖК омега-3 принимает 1 боксер (3,3%), мужчина; BCAA используют 2 мужчины (6,7%); изотоник является самой популярной добавкой в данной группе – его используют 5 человек (16,7%), из которых 3 мужчины и 2 женщины.

В возрастной группе 21-23 лет, включающей 77 спортсменов, распределение по видам БАД выглядит следующим образом: витамин С принимают 12 человек (15,6% от всей группы), из них 9 мужчин и 3 женщины; витамин D_3 используют 14 спортсменов (18,2%), включая 13 мужчин и 1 женщину; ПНЖК омега-3 принимают 9 человек (11,7%), из которых 8 мужчин и 1 женщина; аминокислоты BCAA используют 5 спортсменов (6,5%), все они – мужчины; изотоник также принимают 5 человек (6,5%), исключительно мужчины. Таким образом, наиболее популярным БАД в данной возрастной

категории является витамин D_3. Мужчины значительно преобладают среди пользователей всех БАД, особенно в случае BCAA и изотоника, которые применяются только мужчинами.

В возрастной группе 24-26 лет, включающей 118 спортсменов, распределение по видам спортивных добавок следующее: витамин С принимают 15 человек (12,7% от всей группы), из них 10 мужчин и 5 женщин; витамин D_3 используют 13 спортсменов (11,0%), включая 9 мужчин и 4 женщины; ПНЖК омега-3 принимают 14 человек (11,9%), из которых 6 мужчин и 8 женщин; аминокислоты BCAA используют 16 спортсменов (13,6%), 10 мужчин и 6 женщин; изотоник используют 11 человек (9,3%), из них 6 мужчин и 5 женщин. Таким образом, в данной возрастной категории наблюдается более сбалансированное участие мужчин и женщин в приеме спортивных БАД по сравнению с младшими группами. Наиболее популярной добавкой является BCAA, а омега-3 – единственная добавка, которую чаще принимают женщины, чем мужчины.

В возрастной группе 27-29 лет, включающей 60 спортсменов, распределение по видам спортивных БАД выглядит следующим образом: витамин С принимают 10 человек (16,7% от всей группы), из них 8 мужчин и 2 женщины; витамин D_3 используют 8 спортсменов (13,3%), включая 7 мужчин и 1 женщину; ПНЖК омега-3 принимают 11 человек (18,3%), из которых 7 мужчин и 4 женщины; аминокислоты BCAA используют 6 человек (10,0%), все они – мужчины; изотоник принимают 4 спортсмена (6,7%), поровну – 2 мужчины и 2 женщины. Таким образом, самой популярной БАД в данной возрастной категории является омега-3. Мужчины по-прежнему составляют большинство среди потребителей БАД, однако женщины также активно используют суплементы, особенно в приеме омега-3 и изотоника. BCAA остается добавкой, которую используют исключительно мужчины.

В возрастной группе 30-32 лет, включающей 35 спортсменов, распределение по видам спортивных добавок следующее: витамин С принимают 2 человека (5,7% от всей группы), по одному мужчине и женщине; витамин D_3 используют 5 спортсменов (14,3%), из них 4 мужчины и 1 женщина; ПНЖК омега-3 принимают 7 человек (20,0%), включая 4 мужчин и 3 женщин – это самая популярная добавка в данной группе; аминокислоты BCAA используют 4 спортсмена (11,4%), поровну – 2 мужчины и 2 женщины; изотоник использует только 1 мужчина (2,9%). Таким образом, в этой возрастной категории наблюдается относительно равномерное участие мужчин и женщин в приеме большинства БАД. Омега-3 остается наиболее востребованной добавкой, а изотоник – наименее популярной (рис. 2-6).

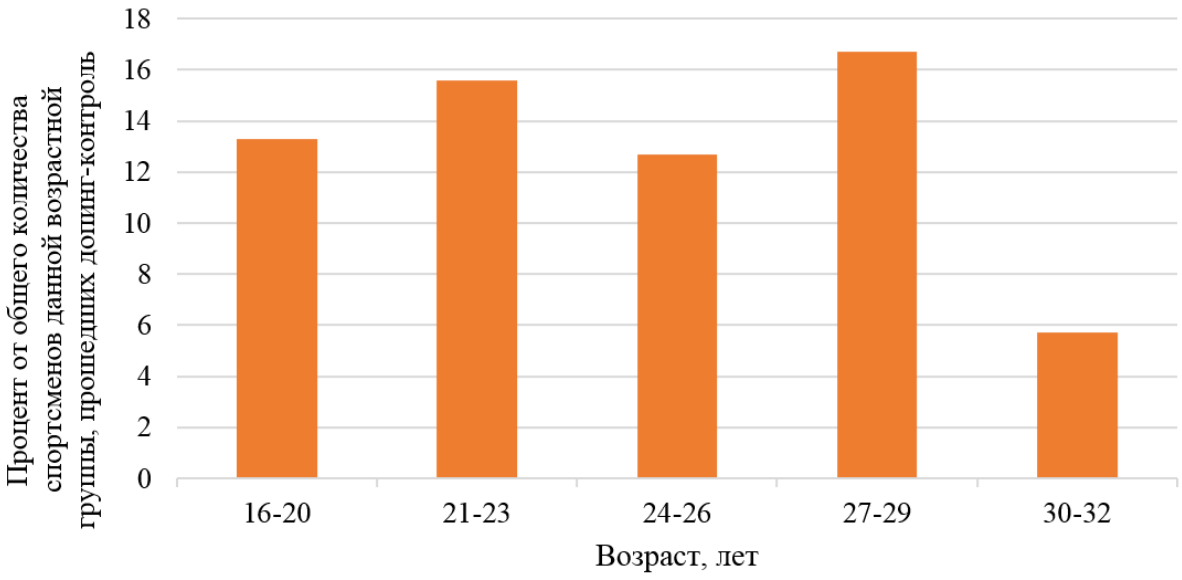


Рис. 2. Использование «Витамина С» с учетом возраста и общего количества спортсменов, прошедших допинг-контроль

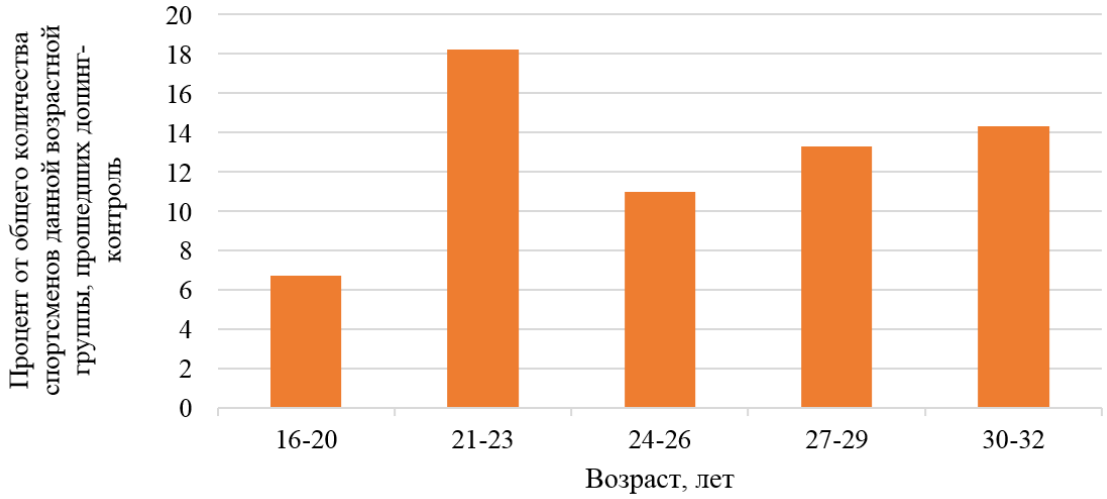


Рис.3. Использование «Витамина D_3» с учетом возраста и общего количества спортсменов, прошедших допинг-контроль

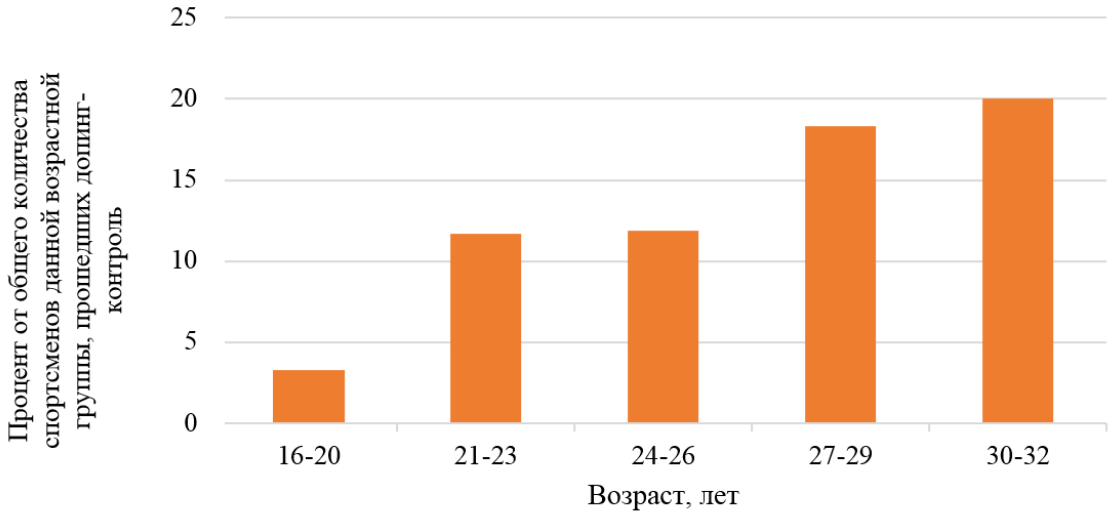


Рис. 4. Использование «Омега-3» с учетом возраста и общего количества спортсменов, прошедших допинг-контроль

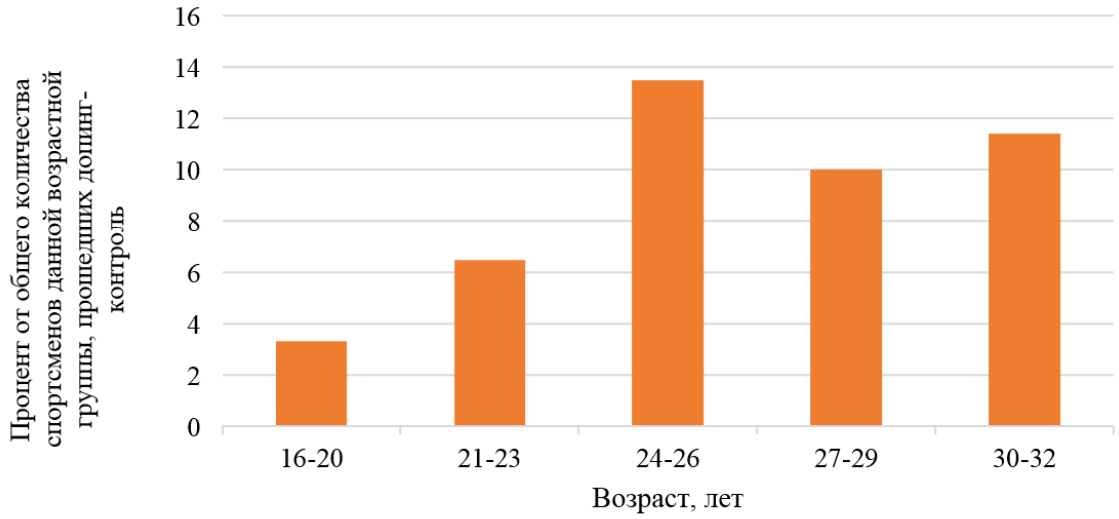


Рис. 5. Использование «BCAA» с учетом возраста и общего количества спортсменов, прошедших допинг-контроль

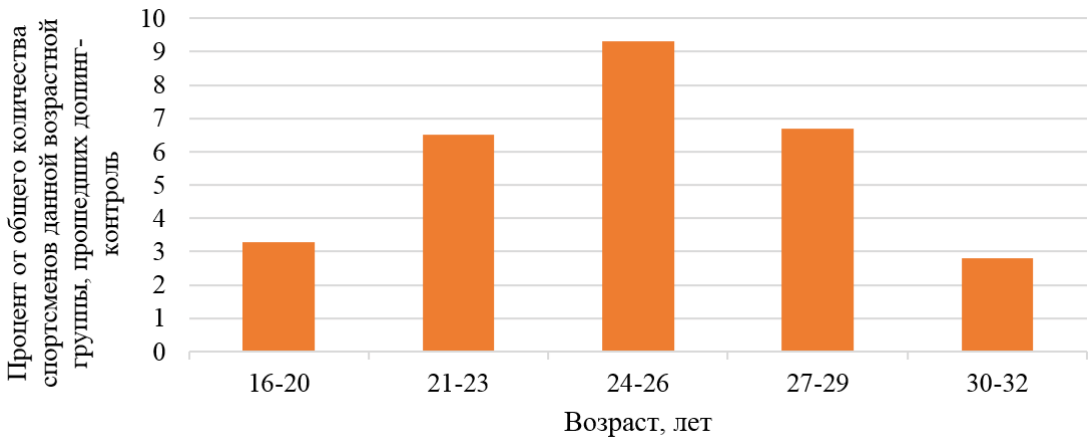


Рис. 6. Использование «Изотоника» с учетом возраста и общего количества спортсменов, прошедших допинг-контроль

Исследования, проведенные среди боксеров-любителей [16], выявили, что наиболее распространенными видами БАД среди данной категории спортсменов являются поливитаминные комплексы и минеральные добавки. Из 200 боксеров-любителей 111 (55,5%) использовали этот тип БАД. На Олимпийских играх 1996 года в Атланте и 2000 года в Сиднее канадские спортсмены были опрошены спортивными врачами [17]. Опрос показал, что среди всех видов спорта самая высокая распространенность использования витаминов наблюдалась в боксе (91%). Prabowo и соавторы [18] также показали, что 40,7% боксеров использовали мультивитамины и минералы в своей подготовке. В целом, исследования не обнаружили положительного влияния постоянного приема витаминов и/или минералов на физическую работоспособность [19, 20]. При этом многие авторы не рекомендуют хронический, ежедневный прием антиоксидантов из-за потенциального притупляющего эффекта на некоторые аспекты физиологической адаптации, вызванной физической нагрузкой [21]. Наиболее известные антиоксидантные добавки, которые применяются в спорте – это витамин С, витамин Е, ресвератрол, коэнзим Q_{10} и кверцетин, однако доказательная база их на данный момент слишком мала (табл.).

Таблица

Основные физиологические функции антиоксидантов с их влиянием на спортивные результаты [22]

Антиоксидант	Физиологическая функция	Влияние на спортивные результаты	Уровень научных доказательств
Витамин С	Помогает защитить клетки от окислительного повреждения и улучшает усвоение железа	Повышение аэробной способности	Низкий
Витамин Е	Защищает клеточные мембраны от окислительного повреждения	Повышение аэробной способности	Низкий
Кверцетин	Противовоспалительное, противодиабетическое, антиоксидантное, противоинфекционное и кардиопротекторное действие	Повышение переносимости физических нагрузок (МПК и выносливости при выполнении упражнений)	Низкий
Ресвератрол	Нейропротекторный и кардиопротекторный эффекты	Может улучшить выносливость и силу скелетных мышц	Низкий
Коэнзим Q10	Производство клеточной энергии, антиоксидантная защита, регуляция иммунной системы, улучшение сердечно-сосудистой и когнитивной функции	Возможное улучшение аэробной способности	Низкий

Примечание: МПК – максимальное потребление кислорода.

В исследовании Paulsen и соавторов было показано, что ежедневное применение витамина С и Е уменьшало маркеры биогенеза митохондрий после тренировки на выносливость, следовательно, добавка, содержащая витамины С и Е, препятствовала клеточной адаптации в тренированных мышцах [23]. Bryant и ее коллеги давали тренированным велосипедистам 400 МЕ/день витамина Е и 1 грамм витамина С. Исследователи пришли к выводам, что такая комбинация приводит к повреждению клеток и не повышает физическую работоспособность [24]. Также регулярный прием добавки с витаминами С и Е, не помогает при повреждении мышц, вызванном физическими упражнениями, у людей [25, 26]. Мета-анализ Stepanyan и его коллег показал [27], что добавление токоферола не приводит к значительной защите ни от перекисного окисления липидов, вызванного физическими упражнениями, ни от повреждения мышц. Комплексная антиоксидантная природа токоферолов и низкая скорость накопления в мышечных тканях могут лежать в основе отсутствия защитных эффектов. Прием якобы «полезных» соединений, таких как антиоксиданты, витамины и некоторые растительные соединения [28], может не только быть неэффективным, но и усугублять окислительный стресс у спортсменов. Таким образом, боксерам следует рекомендовать избегать потребления высоких доз антиоксидантов в течение длительного времени, поскольку это потенциально может ингибировать вызванную физической нагрузкой физиологическую адаптацию скелетных мышц и приводить к нарушению здоровья сердечно-сосудистой системы. Что касаемо витамина D, то его статус у людей определяется концентрацией 25(OH)D в сыворотке крови, хотя это регулярно критикуется учеными [29]. Спортивные организации по-разному рекомендуют поддерживать уровень витамина D в крови: English Institute of Sport ≥100 нмоль/л [30], British Athletics 75 нмоль/л [31], English Cricket Board 75 нмоль/л, а Institute of medicine 50 нмоль/л [32]. В недавнем руководстве по клинической практике, разработанном Обществом эндокринологов, группа экспертов рекомендует воздержаться от регулярного определения уровня 25-гидроксивитамина D [25(OH)D] в случаях отсутствия явных медицинских показаний [32]. Что касаемо пользы от потребления витамина D, то мета-анализ Bislev и соавторов [34], который включил в себя 54 двойных слепых плацебо-контролируемых РКИ, показал, что имеющиеся данные не подтверждают благотворное влияние добавок витамина D на скелетные мышцы. Согласно систематическому обзору de Oliveira Gomes [35], нет исследований, подтверждающих, что более высокая доза витамина D более полезна, чем меньшая доза с точки зрения повышения работоспособности. При этом любые комбинации витамина D и К не имеют никакой доказательной базы. Однако, добавки с высокими дозами витамина D могут быть относительно распространенной практикой без доказанной пользы и даже с риском для здоровья [36-39]. В недавнем мета-анализе Zittermann и его коллег [40] авторы суммировали сообщения о вредных эффектах ежедневного приема витамина D в дозе 3200-4000 МЕ в исследованиях продолжительностью ≥6 месяцев. После анализа и обобщения 22 исследований авторы пришли к выводам, что дополнительный ежедневный прием витамина D в дозе 3200-4000 МЕ повышает риск гиперкальциемии и некоторых других нежелательных явлений, что указывает на то, что эта доза не является полностью безопасной. Таким образом, существует острая необходимость в тщательном отчете о результатах, связанных с безопасностью, в исследованиях добавок или обогащений витамина D, по крайней мере если используются умеренно высокие дозы витамина D. Это тем более важно, что в последние годы потребление 4000 МЕ витамина D в день постоянно увеличивается [41], а некоторые неофициальные организации рекомендуют потребление даже 5000 МЕ витамина D в день и более [42]. Цинк-магний аспартат (Zinc Magnesium Aspartate (ZMA)) – это добавка, состоящая из цинка, магния и витамина B_6. ZMA обычно рекламируется как усилитель тестостерона, в основном из-за содержания в нем цинка и магния [43]. Однако исследования показали, что ZMA неэффективен при использовании для увеличения уровня анаболических

гормонов, мышечной массы и физической работоспособности [44-46].

Согласно опросам, от 9,2 до 16% боксеров регулярно используют BCAA в своей подготовке к соревнованиям [16, 18]. Первым, кто усомнился в эффективности добавок BCAA для роста скелетных мышц, был Роберт Вульф (Robert R. Wolfe) [47]. В своем обзоре 2017 г. он написал: «Многомиллионная индустрия БАД навязала концепцию, что добавки BCAA влияют на анаболический ответ у людей и стимулируют синтез мышечного белка. Широкий поиск литературы не выявил исследований на людях, у которых была определена количественная оценка реакции синтеза мышечных белков на орально потребляемые BCAA». Позже было проведено небольшое количество РКИ, которые были обобщены систематическими обзорами. Систематический обзор Marcon и соавторов [48], в который вошло 12 РКИ, пришел к выводам, что добавки BCAA не улучшают работоспособность и прирост силы и мышечной массы. Систематический обзор Martinho и соавторов [49], в который вошло 24 РКИ, пришел к выводам, что, хотя BCAA, как правило, активировали анаболические сигналы, их влияние на работоспособность и состав тела было незначительным.

В нашем исследовании было выявлено, что 23,1% боксеров потребляли ПНЖК омега-3, которые отсутствовали у боксеров опрошенных Prabowo и соавторов [16, 18]. Можно предположить, что спортсмены использовали БАД омега-3 для:

1) поддержания сердечно-сосудистой системы;

2) для роста мышечной массы;

3) восстановления после физических нагрузок.

Однако зонтичные и систематические обзоры подтверждают эффективность потребления БАД омега-3 у не спортсменов для поддержания сердечно-сосудистой системы [50] и восстановления после физических нагрузок [51-55], но не для роста силы и мышечной массы [56].

Заключение. В данном исследовании были проанализированы распространенность и типы БАД, используемых российскими боксерами, а также соответствие их выбора принципам доказательной медицины. Результаты показали, что среди 182 боксеров, прошедших допинг-контроль, 115 (мужчины n=74, женщины n=41) заявили об употреблении различных БАД, среди которых наиболее популярными были витаминные комплексы и аминокислотные добавки. 66,7% боксеров использовали витаминные добавки, в то время как 49,1% обращались к аминокислотным комплексам. Анализ распределения приема спортивных добавок среди спортсменов пяти возрастных групп (от 16 до 32 лет) показывает ряд устойчивых тенденций и возрастных особенностей. В популяции лиц в возрасте от 16 до 20 лет наивысший процент потребления (16,7%) приходится на изотонические напитки. Данная тенденция, вероятно, обусловлена сочетанием факторов: быстрым восстановлением после физической нагрузки и доступностью данного вида продукции. В группе 21-23 лет лидирует витамин D_3 (18,2%), что может отражать рост осознанности в вопросах здоровья и профилактики дефицита витаминов. В возрастном интервале от 24 до 26 лет наблюдается наибольшая распространенность потребления аминокислот BCAA (13,6%). Данная тенденция, вероятно, обусловлена высокой интенсивностью физических нагрузок и желанием оптимизировать процессы регенерации мышечной ткани. В возрастной группе от 27 до 29 лет, а особенно в группе от 30 до 32 лет, наблюдается повышенный интерес к омега-3 жирным кислотам (18,3% и 20,0% соответственно). Это может указывать на то, что представители этих возрастных групп уделяют больше внимания поддержанию общего здоровья, в частности здоровья сердечно-сосудистой системы, и ценят противовоспалительные свойства омега-3. В группах (особенно 16-20 и 21-23 лет) мужчины значительно преобладают среди потребителей всех видов БАД. Некоторые добавки (например, BCAA и изотоник) в этих группах используются исключительно мужчинами. С возрастом наблюдается тенденция к выравниванию гендерного участия. В группах 24-26, 27-29 и особенно 30-32 лет женщины все активнее включаются в прием БАД. В некоторых случаях (например, омега-3 в 24-26 лет) женщины даже

опережают мужчин по уровню потребления. Омега-3 демонстрирует устойчивый рост популярности с возрастом и становится самой востребованной добавкой в старших возрастных группах. Аминокислоты BCAA наиболее популярны в среднем возрасте (24-26 лет), но в младших и старших группах их использование снижается. Витамин D_3 стабильно используется во всех возрастах, с пиком в 21-23 года. Витамин С сохраняет умеренную популярность, чаще используется боксерами-мужчинами. Изотонические напитки наиболее востребованы в младших группах, но с возрастом их использование снижается.

Наши результаты подтверждаются данными других исследований, которые сообщают о высоком уровне потребления витаминов и минералов среди спортсменов, однако эффективность их влияния на физическую работоспособность остается под вопросом. Несмотря на высокую распространенность использования БАД многие из них, такие как антиоксиданты и витамины, не продемонстрировали значительного положительного влияния на спортивные результаты. Исследования показывают, что постоянное употребление витаминов и минералов может не только не улучшать работоспособность, но и негативно сказываться на физиологической адаптации спортсменов. В свете недостатка данных о распространенности и эффективности БАД среди российских боксеров необходимо проводить дополнительные исследования, чтобы оценить, насколько выбор добавок соответствует принципам доказательной медицины. Это позволит более точно определить, какие добавки действительно могут быть полезны, а какие могут представлять риск для здоровья спортсменов. Таким образом, данное исследование подчеркивает важность критического подхода к использованию БАД в спортивной практике и необходимость создания более строгих рекомендаций, основанных на доказательной базе, для оптимизации питания и повышения спортивных результатов боксеров. Важно, чтобы спортсмены и тренеры были осведомлены о потенциальных рисках, связанных с использованием БАД, и основывали свои решения на научно обоснованных данных.

Конфликт интересов. В соответствии с единой формой раскрытия информации все авторы заявляют следующее: А.Б. Мирошников является научным консультантом РУСАДА, автором книг о допинге в спорте; П.И. Хорькин, В.Д. Баринова, Н.Н. Кондаков, К.Р. Шафеева сотрудники РУСАДА; А.В. Шевцов является автором книги о допинге в спорте; М.В. Кузина заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. In accordance with the uniform disclosure form, all authors declare the following: A.B. Miroshnikov is a scientific consultant of RUSADA, the author of books on doping in sport; P.I. Khorkin, V.D. Barinova, N.N. Kondakov, K.R. Shafeeva are employees of RUSADA; A.V. Shevtsov is the author of a book on doping in sport; M.V. Kuzina declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete / R.J. Maughan, L.M. Burke, J. Dvorak [et al.] // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2018. – No. 28(2). – P. 104-125. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0020.
2. International society of sports nutrition position stand: nutrition and weight cut strategies for mixed martial arts and other combat sports / A.A. Ricci, C. Evans, C. Stull [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2025. – No. 22(1). – P. 2467909. DOI: 10.1080/15502783.2025.2467909.
3. International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing / N.B. Tiller, J.D. Roberts, L. Beasley [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2019. – No. 16(1). – P. 50. DOI: 10.1186/s12970-019-0312-9.
4. UEFA expert group statement on nutrition in elite football. Current evidence to inform practical recommendations and guide future research / J. Collins, R.J. Maughan, M. Gleeson [et al.] // Br J Sports Med. – 2021. – No. 55(8). – P. 416. DOI: 10.1136/bjsports-2019-101961.
5. Portuguese Football Federation consensus statement 2020: nutrition and performance in football / R. Abreu, P. Figueiredo, P. Beckert [et al.] // BMJ Open Sport Exerc Med. – 2021. – No. 7(3). – P. e001082. DOI: 10.1136/bmjsem-2021-001082.
6. Kim, J. Nutritional supplement for athletic performance: Based on Australian Institute of Sport sports supplement framework / J. Kim, J. Kim //

Exercise Science. – 2019. – No. 28(3). – P. 211-220. DOI: 10.15857/ksep.2019.28.3.211.
7. Advantages of different dietary supplements for elite combat sports athletes: a systematic review and Bayesian network meta-analysis / H. Luo, T.F. Teng-ku Kamalden, X. Zhu [et al.] // Sci Rep. – 2025. – No. 15(1). – P. 271. DOI: 10.1038/s41598-024-84359-3.
8. Can Caffeine Be an Effective Ergogenic Aid in Combat Sports? A Comprehensive Review / M. Komorowski, M. Janiszewski, A. Pelczarska [et al.] // Journal of Education, Health and Sport. – 2025. – No. 77. – P. 57144-57144. DOI: 10.12775/JEHS.2025.77.57144.
9. Performance-enhancing substances in sport: A scientometric review of 75 years of research / A. Carollo, O. Corazza, M. Mantovani [et al.] // Drug Testing and Analysis. – 2025. – No. 17(1). – P. 13-24. DOI: 10.1002/dta.3677.
10. Choi, G.J. Introduction to Umbrella Reviews as a Useful Evidence-Based Practice / G.J. Choi, H. Kang // J Lipid Atheroscler. – 2023. – No. 12(1). – P. 3-11. DOI: 10.12997/jla.2023.12.1.3.
11. Garthe, I. Athletes and supplements: prevalence and perspectives / I. Garthe, R.J. Maughan // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2018. – No. 28(2). – P. 126-138. DOI: 10.1123/ijsnem.2017-0429.
12. Hurst, P. Athletes using ergogenic and medical sport supplements report more favourable attitudes to doping than non-users / P. Hurst, C. Ring, M. Kavussanu // J Sci Med Sport. – 2021. – No. 24(3). – P. 307-311. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.09.012.
13. Prevalence, knowledge and attitudes towards using sports supplements among young athletes / P. Jovanov, V. Đorđić, B. Obradović [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2019. – No. 16(1). – P. 27. DOI: 10.1186/s12970-019-0294-7.
14. Prevalence of supplement usage and related attitudes and reasons among fitness athletes in the gyms of Kashan and its relationship with feeding behavior: a cross-sectional study / F. Moradi, A. Yazdani, F. Nematolahi [et al.] // BMC Sports Sci Med Rehabil. – 2024. – No. 16(1). – P. 150. DOI: 10.1186/s13102-024-00940-3.
15. Dietary supplement use and knowledge among athletes: prevalence, compliance with AIS classification, and awareness of certification programs / A. Broniecka, A. Sarachman, A. Zagrodna, A. Książek // J Int Soc Sports Nutr. – 2025. – No. 22(1). – P. 2496450. DOI: 10.1080/15502783.2025.2496450.
16. Use of Athlete Supplements: A Case Study of Amateur Boxing Athletes in Indonesia / T.A. Prabowo, A.H. Tomoliyus, D.P. Irianto [et al.] // Journal of Hunan University Natural Sciences. – 2022. – No. 49(9). DOI: 10.55463/issn.1674-2974.49.9.17.
17. Huang, S.H. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games / S.H. Huang, K. Johnson, A.L. Pipe // Clin J Sport Med. – 2006. – No. 16(1). – P. 27-33. DOI: 10.1097/01.jsm.0000194766.35443.9c.
18. Prabowo, T.A. Survey of Supplement Use and Effects Felt by Amateur Boxers / T.A. Prabowo, M.S. Wibowo, W.D. Yulianto // Indonesian Journal of Physical Education and Sport Science. – 2023. – No. 3(1). – P. 89-95. DOI: 10.52188/ijpess.v3i1.396.
19. Singh, A. Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance / A. Singh, F.M. Moses, P.A. Deuster // Med Sci Sports Exerc. – 1992. – No. 24(6). – P. 726-732.
20. Weight, L.M. Vitamin and mineral supplementation: effect on the running performance of trained athletes / L.M. Weight, K.H. Myburgh, T.D. Noakes // Am J Clin Nutr. – 1988. – No. 47(2). – P. 192-195. DOI: 10.1093/ajcn/47.2.192.
21. Peternelj, T.T. Antioxidant supplementation during exercise training: beneficial or detrimental? / T.T. Peternelj, J.S. Coombes // Sports Med. – 2011. – No. 41(12). – P. 1043-1069. DOI: 10.2165/11594400-000000000-00000.
22. Antioxidants and Sports Performance / V.J. Clemente-Suárez, Á. Bustamante-Sanchez, J. Mielgo-Ayuso [et al.] // Nutrients. – 2023. – No. 15(10). – P. 2371. DOI: 10.3390/nu15102371.
23. Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomised, controlled trial / G. Paulsen, K.T. Cumming, G. Holden [et al.] // J Physiol. – 2014. – No. 592(8). – P. 1887-1901. DOI: 10.1113/jphysiol.2013.267419.
24. Effects of vitamin E and C supplementation either alone or in combination on exercise-induced lipid peroxidation in trained cyclists / R.J. Bryant, J. Ryder, P. Martino [et al.] // J Strength Cond Res. – 2003. – No. 17(4). – P. 792-800. DOI: 10.1519/1533-4287(2003)017.
25. Effects of Acute Vitamin C plus Vitamin E Supplementation on Exercise-Induced Muscle Damage in Runners: A Double-Blind Randomized Controlled Trial / M. Martínez-Ferrán, V. Cuadrado-Peñafiel, J.M. Sánchez-Andreo [et al.] // Nutrients. – 2022. – No. 14(21). – P. 4635. DOI: 10.3390/nu14214635.
26. Antioxidant vitamin supplementation prevents oxidative stress but does not enhance performance in young football athletes / D.C.X. de Oliveira, F.T. Rosa, L. Simões-Ambrósio // Nutrition. – 2019. – No. 63-64. – P. 29-35. DOI: 10.1016/j.nut.2019.01.007.
27. Effects of vitamin E supplementation on exercise-induced oxidative stress: a meta-analysis / V. Stepanyan, M. Crowe, N. Haleagrahara, B. Bowden // Appl Physiol Nutr Metab. – 2014. – No. 39(9). – P. 1029-1037. DOI: 10.1139/apnm-2013-0566.
28. Antioxidant supplements and endurance exercise: Current evidence and mechanistic insights / S.A. Mason, A.J. Trewin, L. Parker, G.D. Wadley // Redox Biol. – 2020. – No. 35. – P. 101471. DOI: 10.1016/j.redox.2020.101471.

29. Bittker, S.S. Elevated Levels of 1,25-Dihydroxyvitamin D in Plasma as a Missing Risk Factor for Celiac Disease / S.S. Bittker // Clin Exp Gastroenterol. – 2020. – No. 13. – P. 1-15. DOI: 10.2147/CEG.S222353.
30. Vitamin D and the athlete-patient: state of the art / W.J. Ribbans, R. Aujla, S. Dalton, J.A. Nunley // J ISAKOS. – 2021. – No. 6(1). – P. 46-60. DOI: 10.1136/jisakos-2020-000435.
31. Low 25 (OH) vitamin D concentrations in international UK track and field athletes / N. Pollock, P. Dijkstra, R. Chakraverty, B. Hamilton // South African Journal of Sports Medicine. – 2012. – No. 24(2).
32. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know / A.C. Ross, J.E. Manson, S.A. Abrams [et al.] // J Clin Endocrinol Metab. – 2011. – No. 96(1). – P. 53-58. DOI: 10.1210/jc.2010-2704.
33. Vitamin D for the Prevention of Disease: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline / M.B. Demay, A.G. Pittas, D.D. Bikle [et al.] // J Clin Endocrinol Metab. – 2024. – No. 109(8). – P. 1907-1947. DOI: 10.1210/clinem/dgae290.
34. Bislev, L.S. Vitamin D and Muscle Health: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials / L.S. Bislev, D. Grove-Laugesen, L. Rejnmark // J Bone Miner Res. – 2021. – No. 36(9). – P. 1651-1660. DOI: 10.1002/jbmr.4412.
35. de Oliveira Gomes, R.G. Major considerations and outcomes of clinical trials of vitamin D in athlete performance: a systematic review / R.G. de Oliveira Gomes // International Journal of Nutrology. – 2023. – No. 16(2). DOI: 10.54448/ijn23202.
36. Acute vitamin D intoxication possibly due to faulty production of a multivitamin preparation / A. Anık, G. Çatlı, A. Abacı // J Clin Res Pediatr Endocrinol. – 2013. – No. 5(2). – P. 136-139. DOI: 10.4274/Jcrpe.896.
37. Taylor, P.N. A review of the growing risk of vitamin D toxicity from inappropriate practice / P.N. Taylor, J.S. Davies // Br J Clin Pharmacol. – 2018. – No. 84(6). – P. 1121-1127. DOI: 10.1111/bcp.13573.
38. Galior, K. Development of Vitamin D Toxicity from Overcorrection of Vitamin D Deficiency: A Review of Case Reports / K. Galior, S. Grebe, R. Singh // Nutrients. – 2018. – No. 10(8). – P. 953. DOI: 10.3390/nu10080953.
39. Vitamin D Toxicity-A Clinical Perspective / E. Marcinowska-Suchowierska, M. Kupisz-Urbańska [et al.] // Front Endocrinol (Lausanne). – 2018. – No. 9. – P. 550. DOI: 10.3389/fendo.2018.00550.
40. Long-term supplementation with 3200 to 4000 IU of vitamin D daily and adverse events: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / A. Zittermann, C. Trummer, V. Theiler-Schwetz, S. Pilz // Eur J Nutr. – 2023. DOI: 10.1007/s00394-023-03124-w.
41. Trends in Use of High-Dose Vitamin D Supplements Exceeding 1000 or 4000 International Units Daily, 1999-2014 / M.R. Rooney, L. Harnack, E.D. Michos [et al.] // JAMA. – 2017. – No. 317 (23). – P. 2448-2450. DOI: 10.1001/jama.2017.4392.
42. Zittermann, A. Vitamin D and Cardiovascular Disease: An Update / A. Zittermann, S. Pilz // Anticancer Res. – 2019. – No. 39(9). – P. 4627-4635. DOI: 10.21873/anticanres.13643.
43. Santos, H.O. Dietary vs. pharmacological doses of zinc: A clinical review / H.O. Santos, F.J. Teixeira, B.J. Schoenfeld // Clin Nutr. – 2020. – No. 39(5). – P. 1345-1353. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.06.024.
44. Shafiei Neek, L. Effect of zinc and selenium supplementation on serum testosterone and plasma lactate in cyclist after an exhaustive exercise bout / L. Shafiei Neek, A.A. Gaeini, S. Choobineh // Biol Trace Elem Res. – 2011. – No. 144(1-3). – P. 454-462. DOI: 10.1007/s12011-011-9138-2.
45. Effects of Zinc Magnesium Aspartate (ZMA) Supplementation on Training Adaptations and Markers of Anabolism and Catabolism / C.D. Wilborn, C.M. Kerksick, B.I. Campbell [et al.] // J Int Soc Sports Nutr. – 2004. – No. 1(2). – P. 12-20. DOI: 10.1186/1550-2783-1-2-12.
46. ZMA supplementation does not impact IGF-IGFBPs system or body composition of young athletes / H.S. Cerqueira, H. Tourinho Filho, M.C. Junior, C.E. Junior // Journal of Sports Science and Nutrition. – 2021. – No. 2(1). – P. 19-22. DOI: 10.33545/27077012.2021.v2.i1a.30.
47. Wolfe, R.R. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? / R.R. Wolfe // J Int Soc Sports Nutr. – 2017. – No. 14. – P. 30. DOI: 10.1186/s12970-017-0184-9.
48. Marcon, M. The effect of branched-chain amino acids supplementation in physical exercise: A systematic review of human randomized controlled trials / M. Marcon, P.B. Zanella // Science & Sports. – 2022. – No. 37(5-6). – P. 393-404. DOI: 10.1016/j.scispo.2021.05.006.
49. Oral Branched-Chain Amino Acids Supplementation in Athletes: A Systematic Review / D.V. Martinho, H. Nobari [et al.] // Nutrients. – 2022. – No. 14(19). – P. 4002. DOI: 10.3390/nu14194002.
50. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease / A.S. Abdelhamid, T.J. Brown, J.S. Brainard, [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. – 2020. – No. 3(3). – P. CD003177. DOI: 10.1002/14651858.CD003177.pub5.
51. Rittenhouse, M. Examining the Influence of Omega-3 Fatty Acids on Performance, Recovery, and Injury Management for Health Optimization: A Systematic Review Focused on Military Service Members / M. Rittenhouse, S. Khurana, S. Scholl, C. Emerson // Nutrients. – 2025. – No. 17(2). – P. 307. DOI: 10.3390/nu17020307.
52. Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Post-Exercise Inflammation, Muscle Damage, Oxidative

Response, and Sports Performance in Physically Healthy Adults-A Systematic Review of Randomized Controlled Trials / D. Fernández-Lázaro, S. Arribalzaga, E. Gutiérrez-Abejón [et al.] // Nutrients. – 2024. – No. 16(13). – P. 2044. DOI: 10.3390/nu16132044.
53. Lv, Z.T. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Supplementation for Reducing Muscle Soreness after Eccentric Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials / Z.T. Lv, J.M. Zhang, W.T. Zhu // Biomed Res Int. – 2020. – No. 2020. – P. 8062017. DOI: 10.1155/2020/8062017.
54. Nasir, Y. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on inflammatory markers following exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / Y. Nasir, M.H. Rahimi // Nutrition clinique et métabolisme. – 2024. – No. 38. – P. 158-167. DOI: 10.1016/j.nupar.2024.04.006.
55. Xin, G. Effect of omega-3 fatty acids supplementation on indirect blood markers of exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / G. Xin, H. Eshaghi // Food Sci Nutr. – 2021. – No. 9(11). – P. 6429-6442. DOI: 10.1002/fsn3.2598.
56. Lack of evidence for Omega-3 fatty acid supplementation in enhancing lean mass, muscle strength, and physical function in healthy adults and clinical populations: An overview of reviews / E.A. Nunes, A.C. D'Souza, J.P. Steen, S.M. Phillips // Clin Nutr ESPEN. – 2025. – No. 67. – P. 155-165. DOI: 10.1016/j.clnesp.2025.03.012.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Александр Борисович Мирошников – доктор биологических наук, доцент, декан факультета адаптивной физической культуры, рекреации и туризма, профессор кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: benedikt116@mail.ru.
Павел Иванович Хорькин – начальник отдела по терапевтическому использованию запрещенных субстанций, Ассоциация Российское антидопинговое агентство «РУСАДА», Москва, e-mail: rusada@rusada.ru.
Мария Владимировна Кузина – магистрант кафедры спортивной медицины, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: mkuzina11@mail.ru.
Виктория Дмитриевна Баринова – заместитель генерального директора, Ассоциация Российское антидопинговое агентство «РУСАДА», Москва, e-mail: rusada@rusada.ru.
Николай Николаевич Кондаков – начальник отдела по науке, Ассоциация Российское антидопинговое агентство «РУСАДА», Москва, e-mail: rusada@rusada.ru.
Камила Рафаиловна Шафеева – начальник отдела организации тестирования, Ассоциация Российское антидопинговое агентство «РУСАДА», Москва, e-mail: rusada@rusada.ru.
Алексей Викторович Шевцов – кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики единоборств, Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Aleksandr B. Miroshnikov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Adaptive Physical Culture, Recreation and Tourism, Professor of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: benedikt116@mail.ru.
Pavel I. Khorkin – Head of TUE Department, Russian Anti-Doping Agency “RUSADA”, Moscow, e-mail: rusada@rusada.ru.
Maria V. Kuzina – Master's student of the Department of Sports Medicine, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: mkuzina11@mail.ru.
Viktoria D. Barinova – Deputy Director General, Russian Anti-Doping Agency “RUSADA”, Moscow, e-mail: rusada@rusada.ru.
Nikolaj N. Kondakov – Head of Science Department, Russian Anti-Doping Agency “RUSADA”, Moscow, e-mail: rusada@rusada.ru.
Kamila R. Shafeeva – Head of Testing Department, Russian Anti-Doping Agency “RUSADA”, Moscow, e-mail: rusada@rusada.ru.
Aleksej V. Shevtsov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Theory and Methodology of Martial Arts, Russian University of Sports “GTSOLIFK”, Moscow, e-mail: wrestler9999@gmail.com.

Для цитирования: Потребление биологически активных добавок российскими боксерами / А.Б. Мирошников, П.И. Хорькин, М.В. Кузина [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_33

For citation: Miroshnikov A.B., Khorkin P.I., Kuzina M.V., Barinova V.D., Kondakov N.N., Shafeeva K.R., Shevtsov A.V. Consumption of dietary supplements by Russian boxers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_33

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_34
УДК 612.3

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_34
UDC 612.3

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЮНЫХ СПОРТСМЕНОК, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ

З.М. Шурова, Ю.А. Мезенцева, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Целью исследования явился анализ частоты потребления различных групп продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве. ***Методы.*** В обследовании приняли участие юные спортсменки, специализирующиеся в хоккее на траве (n=23). Анализ фактического питания проводили с использованием компьютерной программы «Анализ состояния питания человека», версия 1.2.4 Научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук, 2003-2006 гг. ***Результаты.*** Анализ структуры питания спортсменок выявил, что потребление мяса, птицы, овощей и фруктов соответствовало рекомендуемым количествам, в то время как потребление зерновых продуктов, хлебобулочных изделий, картофеля, рыбы, молока и молочных продуктов было ниже рекомендуемых значений. Потребление сахара и кондитерских изделий превышало рекомендуемое количество в три-пять раз. ***Заключение.*** В результате обследования и анализа рациона спортсменок были выявлены нарушения в потреблении основных групп продуктов, что указывает на неосведомленность о рациональном питании и подчеркивает необходимость внедрения обучающих программ по здоровому питанию.
Ключевые слова: спорт, юные спортсмены, подростки, питание, частота потребления, добавленный сахар.

RESULTS OF THE HYGIENIC ASSESSMENT OF THE ACTUAL NUTRITION OF YOUNG FEMALE ATHLETES SPECIALIZING IN FIELD HOCKEY

Z.M. Shurova, Yu.A. Mezentseva, N.N. Denisova, E.E. Keshabyants
Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The aim of the study was to analyze the frequency of consumption of various food groups by young female athletes specializing in field hockey. ***Methods.*** The survey involved young female athletes specializing in field hockey (n=23). The analysis of actual nutrition was carried out using the computer program “Analysis of human nutrition status” version 1.2.4 of the State Research Institute of Nutrition of the Russian Academy of Medical Sciences, 2003-2006. ***Results.*** The analysis of the athletes’ nutrition structure revealed that the consumption of meat, poultry, vegetables and fruits corresponded to the recommended amounts, while the consumption of grain products, baked goods, potatoes, fish, milk and dairy products was below the recommended values. The consumption of sugar and pastry exceeded the recommended amount by three to five times. ***Conclusion.*** As a result of the survey and analysis of the athletes’ diet, violations in the consumption of the main food groups were revealed, which indicates ignorance about rational nutrition and emphasizes the need to introduce training programs on healthy eating.
Keywords: sports, young athletes, teenagers, nutrition, frequency of consumption, added sugar.

Введение. Правильно организованное питание способствует гармоничному росту и развитию детей и подростков, обеспечивает организм необходимыми пищевыми веществами, способствует поддержанию физической формы, улучшению выносливости и ускорению восстановления после тренировок и соревнований [1]. Несмотря на то, что рацион питания играет ключевую роль в развитии физических качеств и достижении высоких спортивных результатов у детей и подростков, многие аспекты этой проблематики остаются малоизученными. Недостаток научной информации и отсутствие обучающих программ по питанию в детско-юношеском спорте приводят к тому, что многие юные спортсмены не уделяют должного внимания этому вопросу. Употребление большого количества сладостей может вытеснить из рациона

продукты с более высокой биологической ценностью, богатые витаминами, минеральными веществами, необходимыми для роста и развития организма юного спортсмена, что, в свою очередь, может негативно сказаться на физических возможностях и спортивных результатах. Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения осведомленности о рациональном питании в детско-юношеском спорте и разработки рекомендаций по питанию для повышения работоспособности, конкурентоспособности и профилактики хронических неинфекционных заболеваний юных спортсменов. Целью исследования явился анализ частоты потребления различных групп продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве.

Методы и организация исследования. Было проведено обследование юных спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве, Государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Физкультурно-спортивное объединение «Юность Москвы», которое осуществлялось в период проведения тренировочных сборов (3 тренировки в день, сборы длились 10 дней) на территории олимпийского учебно-спортивного центра «Крылатское». n=23, средний возраст – 15,6±2,7 лет (11-20 лет). Разделение на 3 возрастные группы (11-14 лет – средний школьный возраст, 15-17 лет – старший школьный возраст, 18 лет и старше – взрослые) было проведено в соответствии с возрастной периодизацией детского населения (Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». 2021). От всех участников и их родителей (при возрасте спортсменок <18 лет) было получено информированное согласие. Оценку фактического потребления пищи детьми в возрасте 11-17 лет проводили со слов и в присутствии родителей. Анализ частоты потребления групп продуктов проводили с использованием компьютерной программы «Анализ состояния питания человека», версия 1.2.4 Научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук, 2003-2006 гг. Статистическую обработку результатов и построение графика проводили с использованием программы Microsoft Excel 7.0. Описательные характеристики количественных данных для небольших выборок представлены медианой, 1 и 3 процентилями, а также минимальными и максимальными значениями. Для сравнения нескольких независимых выборок использовался U-критерий Манна-Уитни. Различия считались статистически значимыми при двустороннем уровне значимости $p<0,05$.

Ограничения исследования: исследование имеет несколько ограничений, включая небольшой размер выборки и неравномерное распределение участников по группам. Это связано с узкой спортивной специализацией (хоккей на траве), ограничением по полу (только девушки) и возрасту. Эти факторы снижают статистическую мощность анализа, и полученные результаты следует рассматривать как предварительные. Для более точных выводов необходимы дальнейшие исследования с более крупной выборкой.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице представлены результаты оценки частоты потребления групп продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве.

Анализ показал, что количество порций зерновых, хлебобулочных продуктов и картофеля по сравнению с рекомендациями Всемирной организации здоровья [3] (4-6) снижено в 3 раза. Картофель присутствует в продуктовом наборе у 20 (86,9%) спортсменок, однако у 19 (82,6%) респонденток составляет менее одной порции в сутки, а 2 спортсменки (8,7%) полностью исключают его из рациона. Несмотря на относительно низкую калорийность картофеля по сравнению с другими углеводсодержащими продуктами, некоторые спортсменки исключают его из рациона из-за ошибочной трактовки его калорийности и высокого содержания крахмала в нем.

Несмотря на зимний период обследования потребление овощей и фруктов находится в рекомендуемых количествах у большинства спортсменок. Приоритетными овощами и фруктами являются огурцы, помидоры, яблоки и бананы.

Таблица

Результаты оценки частоты потребления групп продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве

Группа продуктов	Результат (число порций/сут) Me [Q1; Q3], Min-Max	Рекомендуемое количество порций/сут [2]	Объем 1 порции, г
Зерновые, хлебобулочные, картофель	2 [1,3; 2,75] 0,3-4,4	4-6	1-2 кусочка хлеба
			1/2 стакана (чашки, полупорционной тарелки) готовой каши
			1 стакан (чашка, полупорционная тарелка) картофеля в готовом виде
			1 чашка (полупорционная тарелка) супа
Овощи и фрукты	3,3 [1,95; 5,85] 0,7-11,7	4-5	1 овощ или фрукт (кусок) среднего размера
			1/2-1 стакан (чашка, полупорционная тарелка) вареных или сырых овощей
			1 чашка (полупорционная тарелка) овощного супа
			1/2 стакана (чашки) фруктового сока
Молочные продукты	1,04 [0,36; 2,125] 0,2-3,8	2-3	1 стакан (чашка, 250 мл) молока или кисломолочного продукта с жирностью 1,5%
			1 кусок (30 г) сыра жирностью 20% и менее
Мясо, птица, рыба, бобовые и яйца	1,83 [1,4; 2,665] 0,4-3,8	2	85-90 г мяса или рыбы в готовом виде (110-130 г в сыром виде)
			1/2 ножки курицы или грудной части курицы
			1 сосиска
			1/2-1 стакан (чашка, полупорционная тарелка) отварных бобовых
			1 яйцо
Жиры	1,5 [0,735; 2,09] 0,1-3	1-2	1 ст.л. растительного масла
			2 ст.л. орехов или семечек
Сахар и кондитерские изделия	4,16 [3,23; 5,565] 0,2-14,6	Рекомендуется ограничивать	Рекомендуется не более 1-2 конфет или 1 пирожного
			Сахар содержится во многих молочных продуктах, фруктовых консервах, варенье, безалкогольных напитках

Неудовлетворительная характеристика частоты потребления установлена в группе «молоко и молочные продукты» (цельное молоко и т.д.): по сравнению с рекомендациями (2-3) потребление продуктов из этой группы снижено в 1,5 раза. Низкий уровень потребления молока и молочных продуктов обусловлен не только экономическими факторами, но и формированием пищевых предпочтений у детей, которые не включают в рацион натуральные молочные продукты без добавленного сахара. Недостаточное потребление кальция в детском возрасте и связанное с этим снижение его аккумуляции в костной ткани в будущем могут повысить риск развития остеопороза и травм костей в зрелом возрасте [4].

Показано, что в среднем количество порций мяса, птицы, рыбы, бобовых и яиц, потребляемых спортсменками, соответствует рекомендуемому количеству. Чаще всего из мясных продуктов спортсменки выбирают курицу, реже – говядину и свинину. Употребление рыбы в пищу было

минимальным, при этом доля спортсменок, не употребляющих рыбу, составила 56,5%, остальные спортсменки потребляют меньше одной рекомендованной порции в сутки. Спортсменки могут не знать о важности включения рыбы в рацион для обеспечения организма необходимыми пищевыми веществами, такими как омега-3 жирные кислоты [5], белок, витамины (например, витамин D) и минеральные вещества (например, фосфор, селен, йод). Спортсменки могут избегать употребления рыбы из-за личных предпочтений или вкусовых привычек. В некоторых регионах или социальных группах рыба может быть менее доступной или более дорогой по сравнению с другими источниками белка, что может влиять на выбор продуктов питания [6]. Потребление жиров по частоте находится в рекомендуемых количествах. Чаще всего спортсменки употребляют растительные масла для добавления в салаты.

Добавленный сахар и кондитерские изделия присутствуют у всех спортсменок в рационе в избыточном количестве. Количество порций добавленного сахара и кондитерских изделий превышает рекомендуемое количество в 3 раза и больше.

Чаще всего спортсменки употребляют добавленные сахара и кондитерские изделия, на втором месте – овощи и фрукты, на третьем – зерновые, хлебобулочные изделия, картофель. Потребление добавленных сахаров, которые являются ежедневным продуктом у большей части спортсменок, играет существенную роль при формировании вредных пищевых привычек.

С возрастом снижается частота потребления овощей, фруктов и молочных продуктов, в то время как потребление рыбы независимо от возраста остается минимальным, ее практически не употребляет ни одна из возрастных групп (рис.). Потребление зерновых, каш, макарон, жиров (в том числе животного происхождения) и мяса находится на одинаковом уровне среди трех групп, а потребление сахара и сладостей максимально высокое у группы среднего школьного возраста.

Полученные нами данные согласуются с данными исследования Трушиной Э.Н. и соавт. [7], в которой были обследованы 20 спортсменов-юниоров и 10 добровольцев в возрасте 17-18 лет, у которых превышение потребления добавленного сахара составило >10% от общего количества суточного энергопотребления в день. В работе Прасс П.С. [8], в которой приняли участие 135 юных спортсменов разных видов спорта в возрасте от 9 до 17 лет, также отмечалось несоответствие рекомендациям фактического питания, в частности снижение потребляемого количества рыбы и творога в рационе спортсменов.

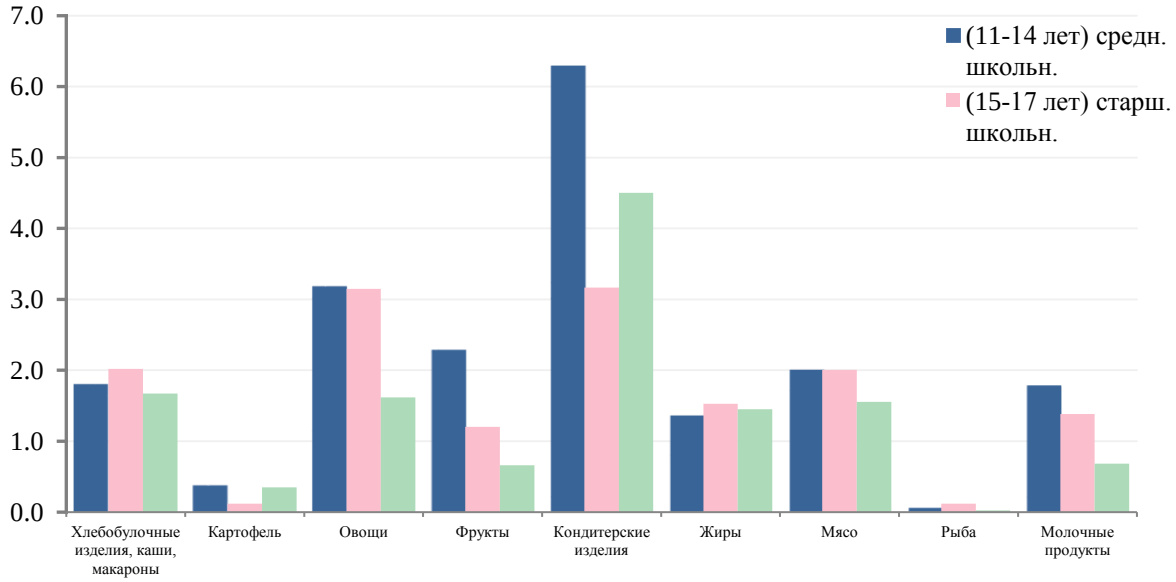


Рис. Результаты оценки частоты потребления продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве, в зависимости от возраста, кол-во порций в сутки

В работах Левчука С.И. и соавт. [9], Хайитова Ж.Б. и соавт. [10] также отмечено снижение потребления юными спортсменами молока, кисломолочных продуктов, рыбы при одновременном значительном превышении потребления кондитерских изделий и сладких газированных напитков. Необходимо отметить, что проблема несбалансированного питания актуальна не только для юных спортсменов различных специализаций, но и для детского населения в целом. Полученные нами данные сопоставимы с результатами исследований Цукаревой Е.А. и соавт. [11], Козубенко О.В. и соавт. [12], Богдановой О.Г. и соавт. [13], Трифоновой Ю.В. и соавт. [14] по оценке питания школьников различных возрастов. В связи с этим можно сделать вывод о широком распространении нерационального питания среди детей и подростков.

Необходимы разработка и внедрение образовательных программ, проведение широкой информационной работы среди родителей и воспитанников детско-юношеских спортивных школ о важности сбалансированного рациона и его роли в подготовке спортсмена. В дальнейших работах по данной проблематике необходимы проведение анализа причин несбалансированного питания, разработка конкретных программ питания для спортсменов, а также систем оценки эффективности этих программ.

Заключение. Статья поднимает важную проблему и привлекает внимание к необходимости разработки и реализации мер по улучшению питания юных спортсменов. Проведенный анализ частоты потребления различных групп продуктов юными спортсменками, специализирующимися в хоккее на траве, выявил нарушения в структуре их питания, которые создают условия для развития нарушений пищевого статуса, таких как избыточная масса тела, гипо- и микроэлементозы, а также алиментарно-зависимых заболеваний, включая ожирение. Спортсменкам даны рекомендации по частоте потребления основных групп продуктов, предпочтительным методам кулинарной обработки и оптимальному количеству приемов пищи в течение суток, что будет способствовать укреплению их здоровья, повышению физической работоспособности и улучшению спортивных результатов. Для углубленного анализа необходимо проведение дальнейших исследований, направленных на оценку питания на различных этапах спортивной подготовки с учетом сезонных колебаний и изменений уровня энергетических затрат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа по подготовке рукописи проведена за счет средств государственной субсидии на выполнение фундаментальных научных исследований по теме ФНИ FGMF-2025-0002.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Financing. The work on preparing the manuscript was carried out using funds from a state subsidy for fundamental scientific research on the topic of the FGMF-2025-0002 research project.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полиевский, С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов/ С.А. Полиевский. – Москва, 2005. – С. 384.
2. Роспотребнадзор. Здоровый образ жизни: оптимальные наборы суточного рациона питания. – URL: https://04.rospotrebnadzor.ru /index.php/press-center/healthy-lifestyle/9727-19092018.html (дата обращения: 02.10.2025).
3. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation / World Health Organization. – 2003. – 916 p
4. Волкова, Л.Ю. Алиментарные факторы формирования костной ткани у детей и подростков. Пути профилактики возможных нарушений / Л.Ю. Волкова // Вопросы современной педиатрии. – 2015. – Т. 14. – № 1. – С. 124-131.
5. Миронова, А.В. Роль омега-3 кислот в поддержании тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости / А.В. Миронова, Н.В. Степычева // Инновационная наука. – 2024. – Т. 2. – № 11. – С. 101-104.
6. Харин, А.Г. Экономическая доступность рыбопродуктов как составная часть концепции продовольственной безопасности / А.Г. Харин //

Балтийский экономический журнал. – 2024. – Т. 1. – № 45. – С. 38-51.
7. Оценка адекватности суточных энерготрат и пищевой ценности рационов спортсменов-юниоров / Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, Т.Н. Солнцева, В.Д. Кузнецов // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие». – 2020. – С. 132–134.
8. Прасс, П.С. Особенности питания юных спортсменов / П.С. Прасс // Forcipe. – 2022. – Т. 5. – № S3. – С. 668-669.
9. Левчук, С.И. Анализ питания юных тяжелоатлетов / С.И. Левчук, Д.С. Учасов // Наука-2020. – 2021. – № 6. – С. 173-179.
10.Хайитов, Ж.Б. Исследование и оценка фактического питания детей и подростков спортсменов / Ж.Б. Хайитов, Э.М. Бурибоев, О.А. Ниязова // Academic Research in Educational Sciences. – 2023. – Т. 4. – № 4. – С. 449-454.
11.Цукарева, Е.А. Сравнительная характеристика фактического питания младших школьников с различными показателями пищевого статуса / Е.А. Цукарева, Д.А. Авчинникова // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100. – № 5. – С. 512–518.
12.Козубенко, О.В. Гигиеническая оценка питания и качество жизни, связанное со здоровьем, подростков региона Западной Сибири / О.В. Козубенко, Д.В. Турчанинов // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 8. – С. 32-35.
13.Оценка факторов риска развития избыточной массы тела у детей школьного возраста / О.Г. Богданова, Н.В. Ефимова, И.В. Мыльникова, И.Ю. Тармаева // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2023. – Т. 31. – № 4. – С. 594-599.
14.Трифонова, Ю.В. Оценка питания школьников г. Екатеринбурга / Ю.В. Трифонова, Т.В. Мажаева, Е.П. Потапкина // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: сборник статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Екатеринбург, 2024. – С. 544-550.

REFERENCES

1. Polievskij S.A. Fundamentals of individual and collective nutrition of athletes. Moscow, 2005. p. 384. (in Russ.)
2. Rospotrebnadzor. Healthy lifestyle: optimal/ daily food ration sets. Available at: https://04.rospotrebnadzor.ru/index.php/press-center/healthy-lifestyle/9727-19092018.html (accessed 02.10.2025). (in Russ.)
3. World Health Organization. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. 2003. 916 p
4. Volkova L.Yu. Alimentary factors of bone tissue development in children and adolescents. preventive measures against potential disorders. *Current Pediatrics*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 124-13. (in Russ.)
5. Mironova A.V., Stepycheva N.V. The role of omega-3 acids in maintaining the tone of blood vessel walls and their patency. *Innovatsionnye nauki*, 2024, vol. 2, no. 11, pp. 101-104. (in Russ.)
6. Kharin A.G. Economic accessibility of fish products as component of the concept of food security. *Baltic Economic Journal*, 2024, vol. 1, no. 45, pp. 38-51. (in Russ.)
7. Trushina E.N., Mustafina O.K., Solntseva T.N., Kuznetsov V.D. Evaluation of adequacy of daily energy consumption and nutritional value of diets of junior athletes. Collection of selected articles based on the materials of scientific conferences of the State Research Institute “Natsrazvitie”. 2020. pp. 132-134. (In Russ.)
8. Prass P.S. Nutritional Features of Young Athletes. Forcipe, 2022, vol. 5, no. S3, pp. 668-669. (In Russ.)
9. Levchuk S.I., Uchasov D.S. Analysis of nutrition of young weightlifters. *Nauka-2020*, 2021, no. 6, pp. 173-179. (in Russ.)
10.Khajitov Zh.B., Buriboev E.M., Niyazova O.A. Research and assessment of the actual nutrition of children and adolescent athletes. *Academic Research in Educational Sciences*, 2023, vol. 4, no. 4, pp. 449-454. (in Russ.)
11.Tsukareva E.A., Avchinnikova D.A. Comparative characteristics of the actual nutrition of younger schoolchildren with different indices of nutritional status. *Hygiene and Sanitation*, 2021, vol. 100, no. 5, pp. 512-518. (in Russ.)
12.Kozubenko O.V., Turchaninov D.V. Hygienic assessment of nutrition and health-related quality of life of adolescents in the Western Siberian region. *Public health and life environment*, 2014, no. 8, pp. 32-35. (in Russ.)
13.Bogdanova O.G., Efimova N.V., Mylnikova I.V, Tarmaeva I.Yu. The assessment of risk factors of development of extra body mass in children of school age. *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*, 2023, vol. 31, no. 4, pp. 594-599. (in Russ.)
14.Trifonova Yu.V., Mazhaeva T.V., Potapkina E.P. Assessment of nutrition of schoolchildren in Ekaterinburg. Actual Issues of Modern Medical Science and Health Care: collection of articles of the IX International Scientific and Practical Conference of young scientists and students. Ekaterinburg, 2024. pp. 544-550. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Злата Михайловна Шурова – младший научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: zlata.shurova@yandex.ru.
Юлия Андреевна Мезенцева – младший научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: yuliaseledkova0304@gmail.com.
Наталья Николаевна Денисова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории демографии и эпидемиологии питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: denisova-55@yandex.ru.
Эвелина Эдуардовна Кешабянц – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории демографии и эпидемиологии питания, ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, e-mail: evk1410@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Zlata M. Shurova – Junior Researcher of the Laboratory of Anthroponutriciology and Sports Nutrition, Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: zlata.shurova@yandex.ru.
Yulia A. Mezentseva – Junior Researcher of the Laboratory of Anthroponutriciology and Sports Nutrition, Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: yuliaseledkova0304@gmail.com.
Natalya N. Denisova – Candidate of Medical sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Demography and Nutritional Epidemiology, Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: denisova-55@yandex.ru.
Evelina E. Keshabyants – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Demography and Nutritional Epidemiology, Federal Research Centre of Nutrition and Biotechnology, Moscow, e-mail: evk1410@mail.ru.

Для цитирования: Результаты гигиенической оценки фактического питания юных спортсменок, специализирующихся в хоккее на траве / З.М. Шурова, Ю.А. Мезенцева, Н.Н. Денисова, Э.Э. Кешабянц // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_34

For citation: Shurova Z.M., Mezentseva Yu.A., Denisova N.N., Keshabyants E.E. Results of the hygienic assessment of the actual nutrition of young female athletes specializing in field hockey. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_34

Дата публикации: 01.12.2025 Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_35 DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_35
УДК 796 UDC 796

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СИЛОВЫМ ФИТНЕСОМ НА РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДЕВОЧЕК 3-4 КЛАССОВ

Л.С. Дворкин, В.Е. Кузьменко, А.А. Коваль
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Известно, что по отдельным методикам развития физических качеств возникает множество дискуссий, например, о возможности использования занятий силовым фитнесом в процессе развития основных физических качеств у девочек 3-4 классов. Цель настоящего исследования заключается в обосновании эффективности методики развития физических качеств у девочек 3-4 классов на основе занятий силовым фитнесом. ***Методы.*** В педагогическом эксперименте длительностью шесть месяцев приняли участие девочки 3-4 классов в количестве 24 человек, их разделили на экспериментальную и контрольную группы. Девочки экспериментальной группы занимались силовым фитнесом длительностью до 40 минут не менее 3-х раз в неделю, а контрольная группа сверстниц занималась классической аэробикой. ***Результаты*** исследований подтверждают эффективность использования разработанной методики для повышения физической подготовленности школьниц. ***Заключение.*** Занятия с применением силового фитнеса оказывают существенное влияние на развитие физических качеств у девочек 3-4 классов.
Ключевые слова: девочки 3-4 классов, занятия силовым фитнесом, физические качества.

IMPACT OF STRENGTH FITNESS CLASSES FOR DEVELOPING BASIC PHYSICAL QUALITIES 3-4-GRADE GIRLS

L.S. Dvorkin, V.E. Kuzmenko, A.A. Koval
Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia

Abstract. ***Introduction.*** It is known that there are many discussions about individual methods of developing physical qualities, for example about the possibility of introducing strength fitness classes in the process of developing basic physical qualities in 3-4-grade girls. The study aims to substantiate the impact of strength fitness classes on the development of basic physical qualities in 3-4-grade girls. ***Methods.*** A total of 24 3-4-grade girls took part in the six-month pedagogical experiment. They were divided into the experimental and the control groups. The girls of the experimental group practiced strength fitness lasting up to 40 minutes at least 3 times a week, while the control group of female peers with the same number of visits practiced classic aerobics. ***The results*** of the study confirm the effectiveness of the developed method for improving physical fitness of schoolgirls. ***Conclusion.*** Strength fitness classes have a significant impact on the development of physical qualities in 3-4-grade girls.
Keywords: 3-4-grade girls, strength fitness classes, physical qualities.

Введение. Факторами, влияющими на снижение физической подготовленности девочек 3-4 классов в общеобразовательной школе, являются: формальная организация процесса физического воспитания, устаревшие средства и методики, применяемые учителями на уроках физической культуры [1-3]. Однако в ряде публикаций отмечается, что использование в образовательном процессе упражнений силовой направленности способствует разностороннему развитию основных физических качеств. Так, наиболее эффективным средством развития общей и силовой выносливости у девочек 3-4 классов являются функциональный тренинг и атлетическая гимнастика [4]. Некоторые ученые рекомендуют [5], а другие не советуют [6] применять в младшем школьном возрасте упражнения силовой направленности. Следовательно, возникла научная

проблема, заключающаяся в поиске методических путей выявления эффективности использования занятий силовым фитнесом на развитие основных физических качеств у девочек 3-4 классов.

Цель настоящего исследования заключается в обосновании эффективности методики развития физических качеств у девочек 3-4 классов на основе занятий силовым фитнесом.

Методы и организация исследования. В педагогическом эксперименте длительностью шесть месяцев приняли участие девочки 3-4 классов в количестве 24 человек. Методом случайной выборки они были разделены на две группы: экспериментальную и контрольную по 12 человек в каждой. Девочки экспериментальной группы занимались силовым фитнесом длительностью до 40 минут не менее 3-х раз в неделю, а контрольная группа сверстниц с таким же количеством посещений занималась классической аэробикой. Все девочки 3-4 классов были допущены к занятиям врачом и принадлежали к основной медицинской группе здоровья. Силовые качества девочек 3-4 классов оценивались посредством трех упражнений: «Прыжок в длину с места», «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу», «Сгибание и разгибание рук в висе на низкой перекладине с упором лежа на вытянутых ногах».

Быстрота определялась в тестах «Бег на 30 м» и «Прыжки через скакалку». Выносливость оценивалась в упражнениях «Подъем туловища из положения лежа на спине» и «Приседания до отказа». Ловкость определяли на основании трех тестов: «Челночный бег 3×10 м», «Метание теннисного мяча в цель на 6 м» и «Метание теннисного мяча на расстояние». Гибкость оценивали тестом «Наклон туловища вперед сидя».

Полученные данные были обработаны при помощи методов математической статистики: рассчитывались среднее арифметическое значение (M) и ошибка среднего арифметического (m), достоверность различий (p) на основе t-критерия Стьюдента. Нормальность распределения определялась по критерию Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования и их обсуждение. За шесть месяцев эксперимента, в начале и по окончании которого проводились контрольные испытания, было реализовано 24 тренировочных занятия. Для этого были подобраны пять групп тестов в соответствии с пятью основными физическими качествами, которые входили в программу занятий силового фитнеса, разработанную для девочек 3-4 классов экспериментальной группы (табл.).

Итак, по результатам первого контрольного испытания были установлены недостоверные различия между девочками 3-4 классов экспериментальной и контрольной групп, что позволяет говорить об однородности этих групп по исходным данным их физической подготовленности. Рассмотрим только промежуточные и итоговые сравнительные результаты с учетом каждого физического качества.

Силовые качества. Через шесть месяцев эксперимента результаты при выполнении прыжка в длину с места у девочек 3-4 классов экспериментальной группы увеличились достоверно со 134,4±1,5 до 141,6±1,6 см ($p<0,01$), в контрольной группе были недостоверны – с 139,1±1,6 до 136,3±1,5 см ($p>0,05$). При выполнении теста «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на полу» девочки 3-4 классов экспериментальной группы достоверно увеличили свои исходные результаты с 6,6±0,1 до 8,7±0,2 раз ($p<0,01$), а у их сверстниц результат получился недостоверным с 6,6±0,1 до 6,7±0,1 раз ($p>0,05$). То же можно сказать и о полученных результатах при выполнении теста «Сгибание и разгибание рук в висе на низкой перекладине с упором лежа на вытянутых ногах»: девочки экспериментальной группы достоверно увеличили свои исходные результаты с 2,3±0,1 до 3,5±0,3 раз ($p<0,01$), а их сверстницы – недостоверно, с 2,3±0,1 до 2,3±0,2 раз ($p>0,05$).

Таблица

Содержание физической подготовки (СФП) девочек 3-4 классов
на основе занятий силовым фитнесом

СФП	Распределение тренировочных занятий																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I. Подготовительная часть тренировочного занятия																								
1.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
II. Основная часть тренировочного занятия																								
2.1	+				+		+					+		+			+		+		+			+
2.2	+					+		+				+		+				+			+			
2.3			+				+		+		+				+		+			+			+	
2.4				+				+		+			+			+		+	+			+		+
2.5				+						+			+			+						+		
III. Заключительная часть тренировочного занятия																								
3.1	+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+	+
3.2		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+

Примечание: в *подготовительной части* занятия (1.1) планировалась нагрузка низкой интенсивности, которая состояла из дыхательных, общеразвивающих упражнений (ОРУ) и стретчинга; *основная часть* занятия включала в себя: 2.1 – упражнения для развития силы и выносливости из средств пилатеса; 2.2 – упражнения на развитие гибкости и подвижности позвоночника; 2.3 – упражнения на развитие координации, танцевальная аэробика; 2.4 – упражнения из средств оздоровительной аэробики; 2.5 – упражнения на развитие аэробной выносливости и силы; *заключительная часть* занятия планировалась: 3.1 – на основе упражнений на расслабление и восстановление и 3.2 – на основе стретчинга.

Выносливость. Итоговые результаты экспериментальной группы по сравнению с исходными при выполнении «Подъема туловища из положения лежа на спине» достоверно увеличились с 26,3±1,1 до 35,2±1,4 раз ($p<0,01$), у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 26,4±1,0 до 30,2±1,1 раз ($p>0,05$). При выполнении «Приседаний до отказа» девочки экспериментальной группы увеличили свои исходные результаты достоверно с 36,2±1,3 до 43,1±1,6 раз ($p<0,01$), а их сверстницы – недостоверно, с 36,1±1,3 до 38,1±1,4 раз ($p>0,05$).

Ловкость. Полученные итоговые результаты в «Челночном беге 3×10 м» оказались достоверными у девочек экспериментальной группы с 10,1±0,3 до 9,1±0,2 с ($p<0,05$), контрольная группа продемонстрировала недостоверной прирост – с 10,1±0,3 до 9,8±0,2 с ($p>0,05$). В тесте «Метание теннисного мяча в цель на 6 м» девочки экспериментальной группы вновь на достоверном уровне увеличили свои исходные результаты, с 2,2±0,1 до 3,3±0,2 раз ($p<0,01$), а их сверстницы – недостоверно, с 2,2±0,1 до 2,7±0,2 раз ($p>0,05$). При выполнении «Метания теннисного мяча на расстояние» экспериментальная группа достоверно увеличила свои исходные показатели с 11,3±0,8 до 16,6±1,1 м ($p<0,01$), девочки контрольной группы – недостоверно, с 11,4±0,8 до 12,3±0,7 м ($p>0,05$).

Через шесть месяцев результаты гибкости при выполнении «Наклона туловища вперед сидя» девочки экспериментальной группы достоверно увеличили свои исходные результаты с 7,3±0,4 до 9,4±0,5 см ($p<0,01$), а девочки контрольной группы – недостоверно, с 5,3±0,4 до 7,8±0,4 см ($p>0,05$).

Заключение:

1. Установлено, что у девочек 3-4 классов экспериментальной группы степень достоверных внутригрупповых различий, равная $p<0,05$, была зафиксирована в трех случаях, при $p<0,01$ – в шести случаях. Степень достоверности межгрупповых различий между экспериментальной и контрольной группами девочек в семи случаях была равна $p<0,05$, в трех случаях – $p<0,01$ и в одном случае – недостоверные различия при $p>0,05$.

2. Было выявлено, что средний рейтинг относительной величины показателей прироста основных физических качеств у девочек 3-4 классов экспериментальной группы за шесть месяцев был следующим: 1 место – ловкость (35,3%;); 2 место – гибкость (28,8%); 3 место – выносливость (26,3%); 4

место – сила (14,0%); 5 место – быстрота (11,0%).

3. Установлено, что средний рейтинг относительной величины показателей прироста основных физических качеств у девочек 3-4 классов контрольнойгруппы за шесть месяцев был следующим: 1 место – ловкость (8,5%;); 2 место – выносливость (8,0%); 3 место – гибкость (7,5%); 4 место – быстрота (2,7%). 5 место – сила (1,2%).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин, Л.С. Базовая физическая подготовка человека в онтогенезе: научно-теоретические, методические, спортивные и возрастные аспекты / Под общ. редакцией Л.С. Дворкина. Том 1. – Краснодар: Неоглори, 2011. – 584 с.
2. Трофимова, О.С. Организационно-содержательные основы процесса физкультурно-оздоровительной работы в начальных классах / О.С. Трофимова, Н.И. Дворкина // Актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма: Сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 79-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне, Уфа, 23-24 мая 2024 года. – Уфа: РИЦ УУНиТ, 2024. – С. 171-177.
3. Сударь, В.В. Повышение уровня физической подготовленности девочек 8-9 лет средствами современного фитнеса / В.В. Сударь, Я.А. Манакова, М.В. Андрейцева // Материалы XI Международного Конгресса «Спорт, Человек, Здоровье». – Санкт-Петербург, 2023. – С. 576-578.
4. Дворкин, Л.С. Спортивно-ориентированная физическая подготовка детей и подростков / Л.С. Дворкин. – Краснодар: ООО «Экоинвестком», 2018. – 458 с.
5. Роговая, В.В. Формирование здорового образа жизни младших школьников на основе фитнес-технологий / В.В. Роговая // Тезисы докладов XLIX научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного федерального округа, Краснодар, 01 февраля – 31 марта 2022 года. Часть 2. – Краснодар: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», 2022. – С. 165-166.
6. Проектирование модели управления двигательной активностью детей с применением фитнес-технологий / Н.И. Дворкина, О.С. Трофимова, М.А. Маринович, Я.А. Манакова // Передовые исследования Кубани: сборник материалов Ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда, Анапа, 30 мая – 01 июня 2025 года. – Краснодар: Унитарная некоммерческая организация «Кубанский научный фонд», 2025. – С. 187-192.

REFERENCES

1. Basic physical training of a person in ontogenesis: scientific, theoretical, methodological, sports and age aspects. Dvorkin L.S., ed. Vol. 1. Krasnodar: Neoglory, 2011. 584 p. (in Russ.)
2. Trofimova O.S., Dvorkina N.I. Organizational and substantive foundations of the process of physical culture and recreation in primary schools. Actual Problems of Physical Culture, Sports and Tourism: collection of articles of the XVIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 79th Anniversary of Victory in the Great Patriotic War (Ufa, May 23-24, 2024). Ufa: RIC UNIT, 2024. pp. 171-177. (in Russ.)
3. Sudar V.V., Manakova Ya.A., Andrejtseva M.V. Improving the level of physical fitness of 8-9-year-old girls by means of modern fitness. Proceedings of the XI International Congress “Sport, Man, Health”. St. Petersburg, 2023. pp. 576-578. (in Russ.)
4. Dvorkin, L.S. Sports-oriented physical training of children and adolescents. Krasnodar: Ekoinvestcom LLC, 2018. 458 p. (in Russ.)
5. Rogovaya V.B. Creating a healthy life style for primary schoolchildren using fitness technologies. Abstracts of reports from the XLIX Scientific Conference for students and young scientists of the Southern Federal District universities (February 1st – March 31st, 2022). Part 2. Krasnodar: Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 2022. pp. 165-166. (in Russ.)
6. Dvorkina N.I., Trofimova O.S., Marinovich M.A., Manakova Ya.A. Designing a model for controlling children’s motor activity using fitness technologies. Advanced Research in Kuban: a collection of materials from the Annual Reporting Conference of the Kuban Science Foundation Grant Holders (Anapa, May 30 – June 1, 2025). Krasnodar: Unitary Non-profit Organization “Kuban Scientific Foundation”, 2025. pp. 187-192. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Леонид Самойлович Дворкин – доктор педагогических наук, профессор кафедры физкультурно-оздоровительных технологий Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: dvorkin.57@mail.ru.

Валерия Евгеньевна Кузьменко – студентка Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.

Анастасия Андреевна Коваль – студентка Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Leonid S. Dvorkin – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Physical Culture and Wellness Technologies, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, email: dvorkin.57@mail.ru.

Valeria E. Kuzmenko – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Anastasia A. Koval – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Дворкин, Л.С. Влияние занятий силовым фитнесом на развитие основных физических качеств девочек 3-4 классов / Л.С. Дворкин, В.Е. Кузьменко, А.А. Коваль // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_35

For citation: Dvorkin L.S., Kuzmenko V.E., Koval A.A. Impact of strength fitness classes for developing basic physical qualities 3-4-grade girls. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_35

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_36
УДК 796

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_36
UDC 796

РАЗВИТИЕ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ДЕВУШЕК 15-16 ЛЕТ НА ОСНОВЕ BODY PUMP

Л.С. Дворкин[1], А.Е. Стародубцева[1,2], Т.В. Бойко[1], С.В. Будюк[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Краснодар, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель – обосновать эффективность занятий на основе использования направленной на повышение показателей аэробно-анаэробной силовой выносливости у девушек 15-16 лет фитнес-программы Body Pump. ***Методы.*** Педагогический эксперимент проходил в течение шести месяцев на базе фитнес-клуба общеобразовательной школы № 2 города Краснодара. В исследовании принимали участие девушки 15-16 лет, разделенные на экспериментальную (n=10) и контрольную (n=10) группы. Для экспериментальной группы девушек были организованы занятия по фитнес-программе Body Pump не менее двух раз в неделю по 50 минут, в контрольной группе проводились занятия в секции общей физической подготовки. ***Результаты.*** Занятия с применением силового фитнеса Body Pump оказывают существенное влияние на развитие различных видов аэробно-анаэробной силовой выносливости у девушек 15-16 лет по сравнению с занятиями общей физической подготовкой. ***Заключение.*** Применение программы Body Pump в течение шести месяцев является эффективным способом для повышения аэробно-анаэробной силовой выносливости школьниц.
Ключевые слова: аэробно-анаэробная и силовая выносливость, фитнес Body Pump, девушки 15-16 лет.

DEVELOPMENT OF STRENGTH ENDURANCE IN 15-16-YEAR-OLD GIRLS USING BODY PUMP

L.S. Dvorkin[1], A.E. Starodubtseva[1,2], T.V. Bojko[1], S.V. Budyuk[1]
[1]Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, Russia
[2]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The objective of the study – to substantiate the effectiveness of the training content using the Body Pump fitness program aimed at increasing aerobic and anaerobic strength endurance in 15-16-year-old girls. ***Methods.*** The pedagogical experiment lasted for six months and took place in the fitness club of the Secondary School No. 2 in Krasnodar. The study involved 15-16-year-old girls, divided into the experimental (n=10) and the control (n=10) groups. For the experimental group of girls, Body Pump fitness classes were arranged at least twice a week for 50 minutes, while the control group had classes in the general physical training section. ***Results.*** Body Pump strength fitness classes have a significant impact on the development of various types of aerobic and anaerobic strength endurance in 15-16-year-old girls compared with general physical training classes. ***Conclusion.*** Application of the 6-month Body Pump program is an effective way to improve aerobic and anaerobic strength endurance of schoolgirls.
Keywords: aerobic-anaerobic and strength endurance, Body Pump fitness, 15-16-year-old girls.

Введение. Здоровье человека является основой для осуществления успешной учебной, трудовой, спортивной и другой деятельности, а также для увеличения продолжительности его жизни [1]. Однако, как показали исследования в этой области, молодежь, в частности старшеклассники, не всегда отдает должное поддержанию своего здоровья. По данным ежегодных мониторингов наблюдается негативная тенденция в состоянии здоровья школьников, только 10-12% детей можно отнести к числу абсолютно здоровых, то есть имеющих основную группу здоровья [2, 3]. Большинство авторов указывают на то, что для сохранения и улучшения здоровья

подрастающего поколения следует в процессе их физической подготовки делать более выраженный акцент на воспитании выносливости как важнейшего фактора подготовки юношей и девушек 9-10 классов к будущей профессионально-трудовой деятельности [4, 5].

Одним из средств воспитания общей и силовой выносливости на наш взгляд могут являться занятия на основе фитнес-программы Body Pump. Однако в образовательном процессе школы современные виды фитнес-технологий недостаточно широко применяются [6, 7]. По этой причине возникает необходимость в обосновании и проверке эффективности использования фитнес-программы Body Pump, направленной на воспитание аэробно-анаэробной и силовой выносливости девушек 15-16 лет в процессе их физической подготовки.

Цель исследования: обосновать эффективность занятий на основе использования направленной на повышение показателей аэробно-анаэробной и силовой выносливости у девушек 15-16 лет фитнес-программы Body Pump.

Методы и организация исследования. Педагогический эксперимент проходил в общеобразовательной школе № 2 г. Краснодара в течение шести месяцев. В исследовании принимали участие школьницы 9-10 классов, разделенные на экспериментальную (n=10) и контрольную (n=10) группы. Экспериментальная группа девушек тренировалась в специально оборудованном для тренировки Body Pump тренажерном зале не менее двух раз в неделю по 50 минут. Контрольная группа девушек 15-16 лет в течение 6 месяцев тренировалась при помощи средств общей физической подготовки в условиях фитнес-зала. Содержание таких занятий моделировалось в зависимости от сочетания больших и малых групп мышц (табл.).

Таблица

Содержание тренировочных занятий девушек 15-16 лет на основе фитнес-программы Body Pump, направленной на воспитание силовой аэробно-анаэробной выносливости

Группы мышц	Объем работы, с	Отдых, мин	Нагрузка, %	Число повторений в одном подходе
Большие группы мышц: грудные, спины, ног и ягодиц, мышцы кора	30-60	1-2	60-70	4-6
Малые группы мышц: мышцы шеи, дельтовидные, бицепс и трицепс, косые мышцы живота, аддукторы бедра, мышцы стоп	50-70	1-2	40-80	6-10

Рассмотрим ряд упражнений из средств фитнес-программы Body Pump. Например, для развития грудных мышц применялись следующие упражнения: отжимания от пола и брусьев, жим штанги и гантелей лежа. Для укрепления мышц спины и пресса выполнялись тяга штанги и гиперэкстензия. Для мышц ног – приседания, становая тяга, выпады. Развитию малых групп мышц способствовали упражнения с гантелями, например, сгибание рук для бицепса, работа на специализированных тренажерах. Занятия девушек со свободными отягощениями имели следующую нагрузку – гриф штанги весом 10 кг /15 раз, 12 кг / 10 раз, 15 кг / 6 раз, гантели весом от 3 кг / 20 раз до 5 кг / 10 раз. На тренажерах планировалось 3-4 подхода по 10-15 раз.

Результаты исследований обрабатывались с помощью методов математической статистики (рассчитывались среднее арифметическое (M), ошибка среднего (m) и достоверность на основе сравнения с критическими значениями достоверности по Стьюденту) с использованием пакета прикладных компьютерных программ SPSS (версия 14). Для определения нормальности распределения использовался критерий Колмогорова-Смирнова.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам первого контрольного тестирования аэробно-анаэробной и силовой выносливости были выявлены недостоверные различия между девушками 15-16 лет экспериментальной и контрольной групп, что позволило оценить их исходное состояние как однородное. Поэтому при дальнейшем нашем анализе мы будем рассматривать только итоговые сравнительные результаты.

Аэробно-анаэробная выносливость оценивалась по пяти тестам. Рассмотрим их по отдельности. Через шесть месяцев эксперимента результаты при выполнении *сгибания-разгибания рук в упоре лежа* у девушек экспериментальной группы достоверно увеличились с 9,67±0,6 до 15,36±1,2 раз ($p<0,01$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 9,73±0,1 до 10,21±0,4 раз ($p>0,05$); при выполнении *приседания с гирей 16 кг (раз за 30 с)* через шесть месяцев результаты у девушек экспериментальной группы достоверно увеличились с 19,47±1,9 до 26,35±2,1 раз ($p<0,05$), а у их сверстниц – недостоверно, с 20,13±1,2 до 21,43±1,2 раза ($p>0,05$); при выполнении *подтягивания на низкой перекладине до отказа (с упором на пятки)* исходные результаты у девушек экспериментальной группы достоверно увеличились с 13,42±0,5 до 17,35±0,7 раз ($p<0,01$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 13,63±0,5 до 14,58±0,6 раз ($p>0,05$); исходные результаты при выполнении *виса на согнутых руках до отказа* у девушек экспериментальной группы достоверно увеличились с 28,34±1,5 до 35,17±1,8 с ($p<0,05$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 27,53±1,3 до 29,53±1,4 с ($p>0,05$); при выполнении *челночного бега 4х9 м* у девушек экспериментальной группы исходный результат в этом упражнении достоверно улучшился с 11,23±0,7 до 8,34±0,3 с ($p<0,01$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 11,12±0,7 до 10,05±0,6 с ($p>0,05$).

Таким образом, результаты педагогического эксперимента продемонстрировали высокий уровень эффективности влияния занятий на основе силового фитнеса Body Pump на развитие различных видов аэробно-анаэробной силовой выносливости у девушек 15-16 лет. На это убедительно указывает уровень степени достоверности внутригрупповых различий в экспериментальной группе девушек 15-16 лет по отношению к контрольной группе сверстниц. Так, из пяти тестов в трех случаях различия были достоверны при $p<0,01$, в двух случаях – при $p<0,05$.

Силовая выносливость у девушек 15-16 лет оценивалась при помощи трех контрольных тестов. Через шесть месяцев у девушек экспериментальной группы при выполнении *жима штанги лежа на горизонтальной скамье (30% от веса тела до отказа)* исходные результаты достоверно повысились с 12,36±0,6 до 18,74±1,2 раз ($p<0,001$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 13,14±0,7 до 14,25±0,8 раз ($p>0,05$); через шесть месяцев у девушек экспериментальной группы при выполнении *становой тяги* результат *(1/2 от веса тела)* достоверно повысился с 8,26±0,4 до 10,83±0,5 раз ($p<0,01$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 8,12±0,3 до 8,64±0,4 раз ($p>0,05$); через шесть месяцев у девушек экспериментальной группы исходные результаты при выполнении *приседания со штангой на плечах до отказа (40% от веса тела)* достоверно повысились с 11,53±0,3 до 13,65±0,4 раз ($p<0,01$), а у их сверстниц из контрольной группы – недостоверно, с 11,43±0,3 до 12,35±0,3 раз ($p>0,05$).

Таким образом, полученные результаты педагогического эксперимента указали на высокий уровень внутригрупповых различий: из трех тестов на различные виды силовой выносливости у девушек 15-16 лет, которые проводились в экспериментальной группе, в одном результат признан статистически значимым при $p<0,001$, в двух других – при $p<0,01$, что свидетельствует об эффективности применения фитнес-программы Body Pump в физической подготовке.

Заключение. Выявлен высокий уровень эффективности влияния занятий на основе использования фитнес-программы Body Pump на развитие аэробно-анаэробной и силовой выносливости у девушек 15-16 лет. Так, в экспериментальной группе девушек 15-16 лет через шесть месяцев из

пяти тестов, характеризующих аэробно-анаэробную выносливость, степень достоверности была равна p<0,01 в трех случаях и p<0,05 в двух, из трех силовых тестов степень достоверности внутригрупповых различий в экспериментальной группе была равна p<0,001 в одном случае и p<0,01 в двух случаях.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин, Л.С. Теория и методика физкультурно-оздоровительных технологий: учеб. пособие для магистров / Л.С. Дворкин, Н.И. Дворкина. – Краснодар: КГУФКСТ, 2019. – 246 с.
2. Эффективность применения системы Body Pump в процессе физической подготовки студенток профильного вуза / Л.С. Дворкин, Н.И. Дворкина, Д.С. Молчанов, И.А. Пронина // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2020. – № 3. – С. 71-74.
3. Романенко, Н.И. Методика физического воспитания старшеклассниц с использованием средств оздоровительной физической культуры / Н.И. Романенко // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 3. – № 10. – С. 188-190.
4. Лубышева, Л.И. Спортизация в системе физического воспитания: от научной идеи к инновационной практики: монография / Л.И. Лубышева. – М.: Научно-издательский центр «Теория и практика физической культуры и спорта», 2017. – 200 с.
5. Ямпольская, Ю.А. Физическое развитие и адаптационные возможности современных школьников / Ю.А. Ямпольская // Российский педиатрический журнал. – 1998. – № 1. – С. 9-11.
6. Грудина, С.В. Актуальность внедрения фитнес-технологий в учебно-воспитательный процесс школьников / С.В. Грудина // Теория и практика образования в современном мире: материалы II Междунар. науч. конф. – СПб: Реноме, 2012. – С. 70-72.
7. Дворкина, Н.И. Влияние занятий BODY PAMP на физическую подготовленность гандболисток 15-16 лет / Н.И. Дворкина, И.А. Пронина // Физическая культура и спорт в XXI веке: актуальные проблемы и их решения: Сборник материалов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Волгоград, 21-22 октября 2020 года. Том 3. – Волгоград: Волгоградская государственная академия физической культуры, 2020. – С. 81-84.

REFERENCES

1. Dvorkin L.S., Dvorkina N.I. Theory and methodology of physical culture and wellness technologies: a learning manual for magisters. Krasnodar: Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, 2019. 246 p. (in Russ.)
2. Dvorkin L.S., Dvorkina N.I., Molchanov D.S., Pronina I.A. The effectiveness of using the Body Pump system in the process of physical training of female students of a specialized university. *Physical education: education, training*, 2020, no. 3, pp. 71-74. (in Russ.)
3. Romanenko N.I. Methods of physical education of high school girls using recreational physical education. *The successes of modern science and education*, 2016, vol. 3, no. 10, pp. 188-190. (in Russ.)
4. Lubysheva L.I. Sportization in the system of physical education: from scientific idea to innovative practice: a monograph. Moscow: Scientific Publishing Center “Theory and practice of physical culture and sports”, 2017. 200 p. (in Russ.)
5. Yampolskaya Yu.A. Physical development and adaptive capabilities of modern schoolchildren. *Russian Pediatric Journal*, 1998, no. 1, pp. 9-11. (in Russ.)
6. Grudina S.V. The relevance of the introduction of fitness technologies in the educational process of schoolchildren. Theory and Practice of Education in the Modern World: proceedings of the II International Scientific Conference. Saint Petersburg: Renome, 2012, pp. 70-72. (in Russ.)
7. Dvorkina N.I., Pronina I.A. The impact of BODY PAMP classes on the physical fitness of 15-16-year-old handball players. Physical Culture and Sport in the 21st Century: Current Problems and their Solutions: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, (Volgograd, October 21-22, 2020). Vol. 3. Volgograd: Volgograd State Academy of Physical Culture, 2020. pp. 81-84. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Леонид Самойлович Дворкин – доктор педагогических наук, профессор кафедры физкультурно-оздоровительных технологий Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар, e-mail: dvorkin.57@mail.ru.
Алла Евгеньевна Стародубцева – студентка Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар; младший научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.
Татьяна Владимировна Бойко – студентка Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.
Савелий Владиславович Будюк – студент Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Краснодар.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Leonid S. Dvorkin – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Physical Culture and Wellness Technologies, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar, e-mail: dvorkin.57@mail.ru.
Alla E. Starodubtseva – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar; Junior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.
Tatiana V. Bojko – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.
Savely V. Budyuk – Student, Kuban State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Krasnodar.

Для цитирования: Развитие силовой выносливости у девушек 15-16 лет на основе Body Pump / Л.С. Дворкин, А.Е. Стародубцева, Т.В. Бойко, С.В. Будюк // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_36

For citation: Dvorkin L.S., Starodubtseva A.E., Bojko T.V., Budyuk S.V. Development of strength endurance in 15-16-year-old girls using Body Pump. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_36

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_37
УДК 796

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_37
UDC 796

ПОКАЗАТЕЛИ ПСИХОМОТОРНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ДИАГНОСТИКИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ

И.Ю. Горская[1], В.Б. Антипин[2], Е.Н. Мироненко[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Материалы статьи направлены на исследование возможностей применения диагностики психомоторных показателей для оценки функциональной готовности квалифицированных спортсменов на разных этапах соревновательного периода. ***Методы.*** Исследование проведено с участием 38 спортсменов (велогонщики BMX, n=18; велогонщики (шоссе), n=20). Фиксировали показатели психомоторных способностей и функционального состояния на разных этапах соревновательного периода. ***Результаты.*** Получены сведения об уровне психомоторных показателей квалифицированных спортсменов на разных этапах соревновательного периода во взаимосвязи с показателями функционального состояния. Изучена и проанализирована динамика психомоторных показателей в период непосредственной подготовки к соревнованиям. ***Заключение.*** Проведенное исследование показало перспективность мониторинга психомоторных показателей на разных этапах подготовки к соревнованиям квалифицированных спортсменов, что обуславливается выявленной корреляцией психомоторных показателей с показателями функционального состояния спортсменов, подтверждая их вклад в функциональную соревновательную готовность.
Ключевые слова: психомоторные способности, квалифицированные спортсмены, велогонщики BMX, соревновательный период, функциональное состояние, соревновательная готовность.

INDICATORS OF PSYCHOMOTOR ABILITIES OF QUALIFIED ATHLETES AS A TOOL FOR DIAGNOSTICS OF COMPETITIVE READINESS

I.Yu. Gorskaya[1], V.B. Antipin[2], E.N. Mironenko[2]
[1]Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia
[2]Omsk State Transport University, Omsk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The materials of the article are aimed at studying the possibilities of using diagnostics of psychomotor indicators to assess the functional readiness of qualified athletes at different stages of the competitive period. ***Methods.*** The study included 38 athletes (BMX cyclists, n=18; road cyclists, n=20). The indicators of psychomotor abilities and indicators of functional state were recorded at different stages of the competitive period. ***Results.*** The data on the level of psychomotor indicators of qualified athletes at different stages of the competitive period in relation to the indicators of functional state were obtained. The changes in psychomotor indicators during the period of direct preparation for competitions were studied and analyzed. ***Conclusion.*** The conducted study showed the prospects of monitoring psychomotor indicators at different stages of preparation for competitions of qualified athletes, which is due to the revealed correlation of psychomotor indices with the indices of functional state of athletes, confirming their contribution to functional competitive fitness.
Keywords: psychomotor abilities, qualified athletes, BMX cyclists, competition period, functional state, competitive readiness.

Введение. Современные реалии соревновательной деятельности квалифицированных спортсменов в большинстве видов спорта характеризуются интенсификацией соревновательной борьбы, удлинением соревновательного периода в годичном цикле подготовки, увеличением количества соревнований, частой сменой правил и условий их проведения. Следствием этого являются возросшие психофизические нагрузки, обусловливающие необходимость диагностики функциональной готовности

спортсмена к предстоящим стартам, а также отслеживания показателей функционального состояния в соревновательном периоде. Однако проведение полномасштабного тестирования, направленного на определение функционального состояния спортсмена, требует значительных временных, кадровых и финансовых затрат, ввиду чего оно включается, как правило, только в программу этапного контроля (1-2 раза в макроцикле подготовки). В связи с этим возрастает потребность в быстром получении информации о готовности спортсмена на основе мониторинга информативных показателей, что позволило бы более точно прогнозировать ожидаемый соревновательный результат, планировать нагрузки и восстановительные мероприятия.

В исследованиях отражена значимость психомоторных способностей для успешности в различных видах спорта [1-5]. Мнения ученых из разных областей науки расходятся по поводу содержания понятия «психомоторные способности» [6-9]. В сфере спортивной науки под психомоторными способностями понимают способность к психическому регулированию и управлению точностью двигательных актов по пространственным, силовым, временным параметрам движения, определяя в качестве основных компонентов скорость реагирования, своевременность принятия решения и точность выполнения двигательной задачи, сохранение баланса в статике и динамике, различительную сенсорную чувствительность [1, 4, 10-13]. Оценка психомоторных показателей, характеризующих функциональное состояние нервной, двигательной систем, а также психоэмоциональное состояние спортсмена, входит в программу мониторинговых исследований преимущественно в ситуационных, игровых, экстремальных видах спорта, используясь в качестве инструмента отбора, диагностики перспективности и предрасположенности индивидуума к занятиям конкретным видом спорта [1, 4, 8, 13]. Однако, не менее интересными являются получение информации о психомоторном статусе спортсмена на разных этапах годичного цикла подготовки и отслеживание динамики происходящих изменений психомоторных показателей во взаимосвязи с параметрами предъявляемых нагрузок (физических, психофизических, психологических, сенсорных). Исследование психомоторных показателей в настоящее время стало более доступным вследствие широкого распространения мобильных технологий экспресс-оценки функционального состояния, компьютерных программ и онлайн-сервисов, позволяющих осуществлять тестирование и обработку данных в максимально короткие сроки.

Цель – исследование возможностей применения диагностики психомоторных показателей для оценки функциональной готовности квалифицированных спортсменов на разных этапах соревновательного периода.

Методы и организация исследования. В исследовании применены следующие методы: анализ и обобщение научно-методической литературы, систематизация данных, синтез, психомоторное тестирование, медико-биологические методы исследования, методы математической статистики. Психомоторное тестирование проведено с использованием компьютерной программы «Спортивный психофизиолог» [14]. Для оценки функционального состояния спортсменов применено функциональное тестирование (велоэргометрическая проба PWC_{170}, измерение артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), расчет максимального потребления кислорода (МПК)).

Исследование проведено с участием квалифицированных спортсменов мужского пола – представителей велоспорта (шоссейные гонки и BMX спорт). Средний возраст спортсменов – 22,5 года, уровень спортивной квалификации – кандидат в мастера спорта (КМС), мастер спорта (МС), мастер спорта международного класса (МСМК). Проведены срезовые исследования на разных этапах соревновательного периода. Распределение количества спортсменов по видам спорта: велогонщики BMX, n=18, возраст – 17-21 лет, уровень квалификации – КМС, МС; велогонщики (шоссе), n=20, возраст – 18-22 лет, уровень квалификации – КМС, МС, МСМК.

Обработка данных проведена с применением традиционных методов математической статистики с использованием программного обеспечения Excel 2019: расчет среднегрупповых значений (M), стандартного квадратичного отклонения (σ), оценка выборок на соответствие нормальному распределению (тест Шапиро-Уилка), определение достоверности различий между результатами тестирования по t-критерию Стьюдента при 5% уровне значимости.

Результаты исследования и их обсуждение. На первом этапе исследования решалась задача изучения психомоторных показателей высококвалифицированных спортсменов на разных этапах соревновательного периода. Сначала отслеживали исходные значения показателей перед наступлением соревновательного периода, подразумевая, что спортсмен на этом этапе находится на пике своей функциональной готовности. Измерения проводились примерно за 7-10 дней до соревнований, чтобы исключить фактор предстартового волнения. Затем проведен анализ психомоторных показателей спортсменов после завершения соревновательного сезона. Выявлено, что значительная часть психомоторных показателей на втором этапе тестирования снижена на достоверно значимом уровне в сравнении с исходными значениями, что, безусловно, является следствием накопленного утомления и соотносится со спадом спортивной формы (табл. 1).

Таблица 1

Среднегрупповые значения отдельных психомоторных показателей квалифицированных спортсменов на разных этапах соревновательного периода (велогонщики (шоссе) n=20, велогонщики BMX n=18), M±σ

Показатель	Перед началом соревновательного периода	После завершения соревновательного периода
Проба Ромберга, поза «аист», с	24,5±8,6	11,0±9,4*
Длительность «индивидуальной минуты», с	61,5±3,5	64,5±5,5*
Точность воспроизведения заданных временных интервалов (15 с), величина ошибки, %	9,5±1,9	12,0±2,4
Точность оценивания величины предъявляемых отрезков, ошибка, %	12,5±3,5	12,0±4,5
Время простой зрительно-моторной реакции, мс	267,8±44,9	297,0±56,3*
Время сложной зрительно-моторной реакции выбора, мс	348,2±54,0	390,7±58,3*
Точность оценки силовых параметров движения, ошибка, кг	3,0±1,0	2,8±0,4
Частота движений (теппинг-тест, максимальное количество нажатий за 10 с)	48,5±4,9	42,6±5,6*

Примечание: * – достоверные различия между результатами 1 и 2 тестирования при 5% уровне значимости.

Однако масштабы произошедших изменений по разным показателям неодинаковы. Например, показатели точности по временным, пространственным и силовым параметрам движения остались практически без изменений, что свидетельствует об устойчивости этих показателей к стрессовым факторам соревновательного периода и утомлению. Наиболее выраженное изменение (снижение результатов тестирования) выявлено по показателям времени реакций, а также вестибулярной устойчивости (проба Ромберга). Кроме того, выявлено удлинение среднегрупповых значений времени «индивидуальной минуты», однако анализ показателей внутри выборки свидетельствует о значительном разбросе данных, то есть у отдельных спортсменов значения изменились в меньшей степени, а у большинства спортсменов показатели снизились более выражено, при этом в единичных случаях наблюдается сокращение времени «индивидуальной минуты».

Анализ индивидуальных значений психомоторных показателей представляет наибольший интерес ввиду высокого уровня

спортивной квалификации испытуемых. Проведен анализ значений спортсменов с разным уровнем соревновательной успешности. В качестве показателей соревновательной успешности взят лучший результат в текущем сезоне, а также величина прироста личного результата по отношению к предыдущему сезону. Следует отметить, что в группе более успешных спортсменов (к которым отнесено 8 человек) исходные среднегрупповые показатели психомоторных способностей были выше на достоверно значимом уровне в сравнении со значениями в выборке менее успешных спортсменов. Однако сравнительный анализ психомоторных показателей после окончания соревновательного периода свидетельствует об отсутствии достоверно значимых различий между результатами успешных и менее успешных спортсменов.

Высокую значимость психомоторных показателей в общей оценке предсоревновательной функциональной готовности квалифицированных спортсменов подтверждают и выявленные корреляции психомоторных показателей с показателями общей работоспособности, артериального давления на 5-й и 10-й минутах восстановления после нагрузки, МПК (r от 0,650 до 0,850). Связи выявлены по всем исследуемым психомоторным показателям, однако по показателям времени реакций количество связей наиболее низкое (1-2 связи). Для примера, на рисунке 1 приведены корреляции одного из показателей двигательной точности с параметрами функционального состояния.

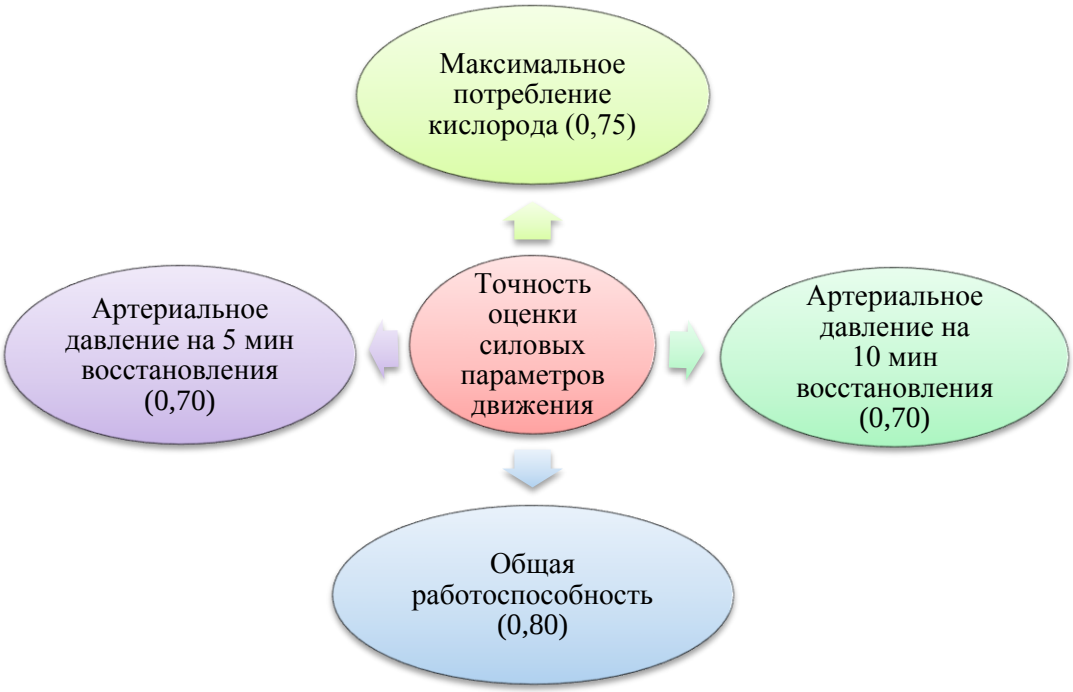


Рис. 1. Пример корреляции между показателем психомоторных способностей с функциональными показателями перед началом соревновательного периода (велогонщики BMX, n=18)

Одной из задач проведенного исследования являлось отслеживание динамики изменения психомоторных показателей квалифицированных спортсменов в период непосредственной подготовки к конкретным соревнованиям. Было выявлено, что за 10 дней до предстоящих соревнований результаты тестирования находились на высоком уровне, что отражало мобилизационную функциональную готовность к предстоящим стартам (табл. 2). За 1-2 дня до соревнований наблюдается некоторый спад большинства показателей, однако увеличивается внутригрупповой разброс значений, что свидетельствует о неодинаковой реакции спортсменов на стрессовый фактор, в качестве которого рассматривается предстоящее событие. Экспресс-тестирование по укороченной программе непосредственно перед стартом показало, что большинство исследуемых показателей достигли исходного высокого уровня, по

отдельным показателям наблюдается достоверно более высокий уровень результатов тестирования, что отражает состояние максимальной концентрации и готовности к предстоящей соревновательной борьбе.

Для примера, на рисунке 2 приведена динамика изменения показателя «длительность индивидуальной минуты» при проведении срезовых тестирований при подготовке к конкретным соревнованиям.

Среднегрупповые значения данного показателя свидетельствуют о нисходящем характере динамики (длительность минуты сокращается по мере приближения дня соревнований), что показывает преобладание состояния возбуждения у большинства спортсменов. Однако разброс индивидуальных значений достаточно высок, что, по нашему мнению, свидетельствует о целесообразности отслеживания только индивидуальной динамики по показателю «длительность индивидуальной минуты». При этом прослеживается тенденция к более успешному выступлению спортсменов, у которых выявлено сокращение времени индивидуальной минуты непосредственно перед стартом в сравнении со спортсменами, у которых выявлено удлинение исходных значений времени индивидуальной минуты.

Таблица 2

Динамика изменения психомоторных показателей в период непосредственной подготовки к конкретным соревнованиям (велогонщики (шоссе), n=15)

Показатель	За 10 дней до соревнований	За 1 день до соревнований	В день соревнований
Проба Ромберга, поза «аист», с	18,5±8,0	13,4±9,9*	17,9±4,5
Длительность «индивидуальной минуты», с	62,6±3,0	55,0±5,4*	57,4±2,0*
Точность воспроизведения заданных временных интервалов (15 с), величина ошибки, с	2,8±0,6	3,5±1,6*	3,0±0,4
Точность оценки силовых параметров движения, ошибка, кг	3,2±0,6	3,5±1,6	2,9±0,4*≠*
Частота движений (теппинг-тест, максимальное количество нажатий за 10 с)	38,4±4,0	34,5±4,5*	–

Примечание: * – различия статистически достоверны между показателями 1 и 2 и 1 и 3 тестирования при 5% уровне значимости; ≠* – различия статистически достоверны между показателями 2 и 3 этапа тестирования.

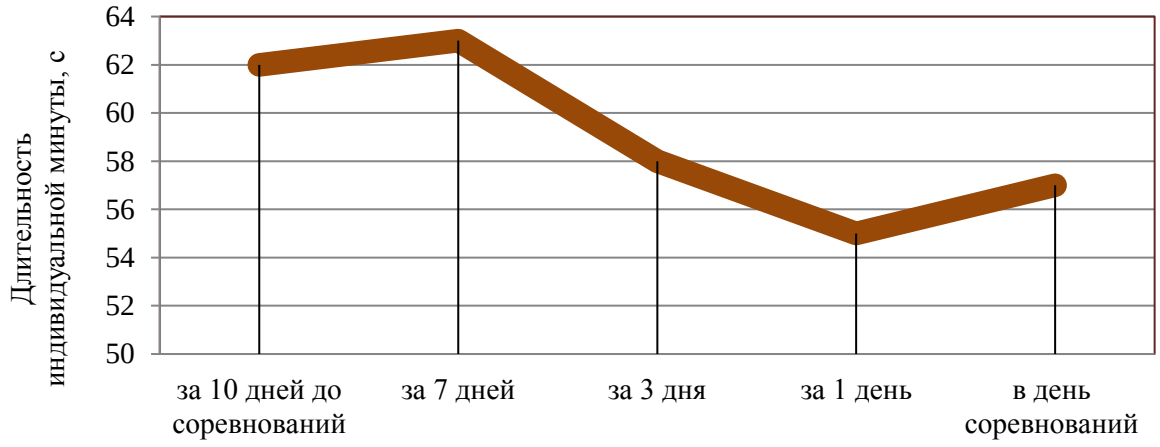


Рис. 2. Динамика длительности индивидуальной минуты в период непосредственной подготовки к соревнованиям у квалифицированных спортсменов (велогонки (шоссе), n=15)

Заключение. Проведенное исследование показало перспективность мониторинга психомоторных показателей на разных этапах подготовки к соревнованиям квалифицированных спортсменов. Это обусловлено выявленной достаточно тесной корреляцией психомоторных показателей с показателями функционального состояния

спортсменов, что подтверждает их вклад в функциональную соревновательную готовность. При этом проведение психомоторного тестирования в отличие от полной оценки функционального состояния можно провести в короткие сроки, оперативно получив информацию о текущем психомоторном статусе спортсмена (например, с применением аппаратно-приборного комплекса «Спортивный психофизиолог» [14], который отлично себя зарекомендовал в наших многолетних исследованиях как надежный инструмент диагностики).

В ходе исследования получены количественные данные об уровне разных психомоторных показателей спортсменов высокой квалификации (представителей BMX спорта и шоссейных велогонок) на разных этапах соревновательного периода, а также при непосредственной подготовке к соревнованиям. Более точную информацию представляет анализ индивидуальной динамики изменения психомоторных показателей квалифицированных спортсменов в течение соревновательного периода как отражение функциональной готовности спортсмена на текущий момент. Полученные данные могут использоваться в практике подготовки спортсменов в качестве ориентира при проведении контроля психомоторного статуса с последующей коррекцией тренировочных нагрузок в случае необходимости, оценки предсоревновательной готовности, планирования соревновательного результата. Кроме того, перспективой использования полученных результатов является проведение дальнейших исследований, направленных на сопоставление данных по спортсменам разных видов спорта и уровня квалификации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыкова, А.П. Психомоторная сфера спортсмена / А.П. Зыкова, Е.В. Воробьева, С.Л. Зыков // Наука-2020. – 2019. – № 8(33). – С. 10-16.
2. Бакин, А.В. Разработка методики совершенствования специальных психомоторных способностей у легкоатлетов спринтеров / А.В. Бакин, Д.В. Ворончихин, В.А. Филиппович // Современные вопросы биомедицины. – 2021. – Т. 5. – № 1. – С. 199-206. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_16.
3. Марков, К.К. Формирование психомоторных качеств в современном спорте: теоретические и методологические проблемы / К.К. Марков, О.О. Николаева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8-4. – С. 943-947.
4. Белякова, А.С. Психомоторные способности как фактор будущей успешности в легкой атлетике / А.С. Белякова, И.Ю. Горская // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – № 21(1). – С. 102-107. DOI: 10.14529/hsm210113.
5. Maman, P. Psychomotor performance as an indicator of training distress among athletes / P. Maman, K. Neha, S.S. Jaspal // Brazilian Journal of Biomotricity. – 2011. – Vol. 5. – No. 3. – P. 175-185.
6. Озеров, В.П. Формирование психомоторных способностей человека: монография / В.П. Озеров. – Ставрополь: Сервисшкола, 2011. – 270 с.
7. Актуальные проблемы и гипотезы исследования психомоторных способностей учащейся молодежи в физкультурно-спортивной деятельности / В.П. Озеров, М.В. Катренко, Г.Г. Павлова, В.В. Шевякова // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2016. – № 5. – С. 70-73.
8. Озеров, В.П. Различительная чувствительность по параметрам движений как психомоторная способность человека / В.П. Озеров, Г.Н. Демерза, А.А. Сасин // Современные технологии в мировом научном пространстве: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 171-174.
9. Наумова, Т.В. Теоретическое исследование дефиниций понятий «психомоторика» и «психомоторные способности» / Т.В. Наумова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 314-319.
10. The Effect of High Load Training on Psychomotor Speed / E. Nederhof, K. Lemmink, J. Zwerver, T. Mulder // Int J Sports Med. – 2007. – Vol. 28. – P. 595-600.
11. Ricotti, L. Effects of padel activity and proprioception training on soccer players in an off-season period / L. Ricotti, T. Minuti // J Sport med phys fit. – 2024. – No. 64(8). – P. 737-748.
12. Balance and proprioception responses to FIFA 11+ in amateur futsal players: Short and long-term effects / M. Lopes, S. Lopes, T. Patinha [et al.] // J Sports Sci. – 2019. – No. 37(20). – P. 2300-2308.
13. Садыкова, С.В. Взаимосвязь психомоторных способностей и координационной подготовленности фехтовальщиков-шпажистов на этапе начальной подготовки / С.В. Садыкова, Е.А. Фомина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2025. – Т. 13. – №. 1. – С. 99-105.

14. Корягина, Ю.В. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ: Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» № 2010617789 / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ: (офиц. бюл.). – 2011. – № 1(ч. 2). – С. 308.

REFERENCES

1. Zykova A.P., Vorobyeva E.V., Zykov S.L. Psychomotoric abilities of a sportsman. *Nauka-2020*, 2019, no. 8(33), pp. 10-16. (in Russ.)
2. Bakin A.V., Voronchihin D.V., Filippovich V.A. Development of advancement methods of special psychomotor abilities of track-and field sprint athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2021, vol. 5, no. 1, pp. 199-206. DOI: 10.51871/2588-0500_2021_05_01_16. (in Russ.)
3. Markov K.K., Nikolaeva O.O. Formation of psychomotor qualities in modern sports: theoretical and methodological problems. *Fundamental Research*, 2013, no. 8-4, pp. 943-947. (in Russ.)
4. Belyakova A.S., Gorskaya I.Yu. Psychomotor abilities as a factor of future success in athletes. *Human. Sport. Medicine*, 2021, no. 21(1), pp. 102-107. DOI: 10.14529/hsm210113. (in Russ)
5. Maman P., Neha K., Jaspal S.S. Psychomotor performance as an indicator of training distress among athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 2011, vol. 5, no. 3, pp. 175-185.
6. Ozerov V.P. Forming of psychomotor abilities of the man: a monograph. Stavropol: Servisshkola, 2011. 270 p. (in Russ)
7. Ozerov V.P., Katrenko M.V., Pavlova G.G., Shevyakova V.V. Priority problems and hypotheses for studies of students" psychomotor abilities in physical education and sports. *Physical education: education, training,* 2016, no. 5, pp. 70-73. (in Russ.)
8. Ozerov V.P., Demerza G.N., Sasin A.A. Differential sensitivity in terms of movement parameters as a human psychomotor ability. Modern Technologies in the Global Scientific Space: materials of the International Scientific and Practical Conference, 2016, pp. 171-174. (in Russ.)
9. Naumova T.V. Theoretical study of the definitions of the concepts “psychomotor skills” and “psychomotor abilities”. *Izvestiya of Saratov University. Philosophy. Psychology. Pedagogy*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 314-319. (in Russ.)
10. Nederhof E., Lemmink K., Zwerver J., Mulder T. The Effect of High Load Training on Psychomotor Speed. *Int J Sports Med*, 2007, vol. 28, pp. 595-600.
11. Ricotti L., Minuti T. Effects of padel activity and proprioception training on soccer players in an off-season period. *J Sport med phys fit*, 2024, no. 64(8), pp. 737-748.
12. Lopes M., Lopes S., Patinha T. et al. Balance and proprioception responses to FIFA 11+ in amateur futsal players: Short and long-term effects. *J Sports Sci*, 2019, no. 37(20), pp. 2300-2308.
13. Sadykova S.V., Fomina E.A. The relationship between psychomotor abilities and coordination readiness of Epee fencers at the stage of initial training. *Science and sport: current trends*, 2025, vol. 13, no. 1, pp. 99-105. (in Russ.)
14. Koryagina Yu.V., Nopin S.V. Certificate for official registration of a computer program: hardware and software complex “Sports Psychophysiologist” No 2010617789. *Programmy dlya EVM: (ofits. byul.)*, 2011, no. 1, part 2, p. 308. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Инесса Юрьевна Горская – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: mbofkis@mail.ru.
Виталий Борисович Антипин – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физического воспитания и спорта, Омский государственный университет путей сообщения, Омск, e-mail: fvs-omgups@yandex.ru.
Егор Николаевич Мироненко – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой физического воспитания и спорта, Омский государственный университет путей сообщения, Омск, e-mail: fvs-omgups@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Inessa Yu. Gorskaya – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Natural Sciences, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: mbofkis@mail.ru.
Vitalij B. Antipin – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Sports, Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: fvs-omgups@yandex.ru.
Egor N. Mironenko – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Education and Sports, Omsk State Transport University, Omsk, e-mail: fvs-omgups@yandex.ru.

Для цитирования: Горская, И.Ю. Показатели психомоторных способностей квалифицированных спортсменов как инструмент диагностики соревновательной готовности / И.Ю. Горская, В.Б. Антипин, Е.Н. Мироненко // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_37

For citation: Gorskaya I.Yu., Antipin V.B., Mironenko E.N. Indicators of psychomotor abilities of qualified athletes as a tool for diagnostics of competitive readiness. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_37

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_38
УДК 796.8

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_38
UDC 796.8

ВОЗРАСТ СИЛЬНЕЙШИХ ПАУЭРЛИФТЕРОВ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИЛОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ

Т.П. Ефимова[1], С.В. Матук[1], М.Х. Спатаева[2], Т.А. Непомнящих[1], Ю.Ф. Назаренко[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск, Россия
[2]Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный институт физической культуры» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. ***Введение.*** В статье рассмотрены возрастные особенности и соревновательная деятельность сильнейших пауэрлифтеров как возможный критерий на этапе максимальной реализации силовых возможностей. ***Методы.*** Анализ литературы и протоколов соревнований проводился с целью определения возрастной реализации максимальных возможностей квалифицированных пауэрлифтеров и динамики спортивной результативности. Для сравнения данных использовались непараметрические методы. ***Результаты.*** Выявлена тенденция к увеличению возраста участников чемпионатов мира относительно данных за последние 20 лет. Анализ соревновательной деятельности сильнейших пауэрлифтеров свидетельствует о снижении результативности после пандемии относительно времени до ее начала. Реализация попыток в упражнениях пауэрлифтинга выше у чемпионов, чем у призеров. ***Заключение.*** Анализ спортивного долголетия и возрастных особенностей сильнейших пауэрлифтеров указывает на возможность более поздней максимальной реализации силового потенциала спортсменами обоих полов.
Ключевые слова: пауэрлифтинг, возраст, результативность, достижения, соревнования.

THE AGE OF THE STRONGEST POWERLIFTERS AND COMPETITIVE ACTIVITY AS A CRITERION FOR MAXIMIZING THE STRENGTH OF ATHLETES

T.P. Efimova[1], S.V. Matuk[1], M.Kh. Spataeva[2], T.A. Nepomnyashchikh[1], Yu.F. Nazarenko[1]
[1]Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia
[2]Military Institute of Physical Culture, Saint Petersburg, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The article discusses the age characteristics and competitive activity of the strongest powerlifters as a possible criterion at the stage of maximum realization of one's strength capabilities. ***Methods.*** The analysis of literature and competition protocols was conducted to identify the age-related realization of the maximum capabilities of qualified powerlifters and the dynamics of sports performance. Non-parametric methods were used to compare the data. ***Results.*** A tendency towards an increase in the age of participants over the past 20 years has been revealed. Analysis of the competitive activity of the strongest powerlifters indicates a decrease in performance after the pandemic relative to time before. The implementation of attempts in powerlifting exercises is higher among champions compared to prizewinners. ***Conclusion.*** Analysis of athletic longevity and age characteristics of the strongest powerlifters indicates the possibility of a later maximum realization of the strength potential by athletes of both genders.
Keywords: powerlifting, age, performance, achievements, competitions.

Введение. Актуальность исследования определяется одним из значимых вопросов системы спортивной подготовки спортсменов – спортивным отбором в различных видах спорта [1-3].

Спортивный отбор в научной и методической литературе рассматривается как система организационно-методических мероприятий комплексного характера, включающая педагогические, социологические, психологические, медико-биологические и генетические методы исследования, на основе которых выявляются задатки и способности человека для эффективной реализации его в определенном виде спорта. Данные критерии, на наш взгляд, по большому счету пригодны для отбора новичков, о чем свидетельствует

большой объем проведенных исследований [4, 5].

При отборе сильнейших спортсменов имеет значение динамика развития вида спорта в стране и мире. Например, было выявлено, что на чемпионатах России по жиму лежа более популярен экипировочный дивизион [6], поскольку в нем участвует больше спортсменов, чем в классическом. Однако в мировых стартах все противоположно. Следовательно, большая конкуренция в экипировочном дивизионе в России определяет и динамику спортивной результативности, которая позволит отобрать спортсменов на международные старты. Возрастные критерии для прогноза перспективности спортсменов будут иметь немаловажное значение, например, возраст чемпионов и призеров международных соревнований, возраст максимальных достижений и длительность их сохранения и т.д. [7].

Цель исследования: рассмотреть возраст сильнейших спортсменов и соревновательную деятельность как критерии максимальной реализации силовых возможностей в пауэрлифтинге.

Задачи исследования:

1. Проанализировать средний возраст участников чемпионатов мира.

2. Изучить соревновательную деятельность на чемпионатах мира в до- (2019 гг.) и послепандемический периоды (2023 гг.).

Методы и организация исследования. Методы исследования включали анализ научно-методической литературы и протоколов соревнований чемпионата мира по пауэрлифтингу за 2018-2024 гг. Анализировались следующие показатели: возраст участников чемпионата (чемпионов, призеров, средний), показатели соревновательной результативности (результат в приседании со штангой на плечах, становой тяге и жиме лежа, кг; коэффициент IPF (International Powerlifting Federation – Международная федерация пауэрлифтинга), количество зачетных попыток и соотношение результатов в упражнениях пауэрлифтинга). Анализ возраста участников чемпионатов мира 2018-2019 и 2023-2024 гг. по пауэрлифтингу проведен у 795 спортсменов, из них 349 лиц женского и 446 мужского пола. Соревновательная результативность на чемпионатах мира 2019 и 2023 годов была изучена у 124 спортсменов- пауэрлифтеров, из них у 60 женщин и 64 мужчин.

Статистическая обработка материала проводилась с помощью стандартного пакета прикладных программ Microsoft Excel и включала определение среднего арифметического и стандартного отклонения. Ввиду отсутствия нормального распределения для сравнения данных применялись непараметрические методы. Так, при сравнении возраста спортсменов участников международных чемпионатов с 2018 по 2024 гг. применялся непараметрический критерий Краскела-Уоллиса. Сравнение соревновательной результативности на чемпионатах мира в 2019 году (до пандемии) с 2023 годом (после пандемии) проводилось с помощью критерия Манна-Уитни. Взаимосвязь возраста и спортивной результативности у чемпионов мировых соревнований анализировалась с помощью ранговой корреляции Спирмена.

Результаты исследования и их обсуждение. *Возрастные критерии реализации в пауэрлифтинге* помимо требований вида спорта и тенденций его развития также определяются динамикой возраста чемпионов и призеров чемпионатов мира. Интересным является возраст достижения вершин спортивного мастерства, а также возрастные границы высокой эффективности спортивной деятельности спортсменов.

Возраст достижения высоких спортивных результатов спортсменов в пауэрлифтинге возможно определить по возрасту участников чемпионатов мира. Средний возраст участников чемпионатов мира 1998-2002 гг. варьировался от 29,0±5,0 до 31,0±3,5 года [7], в 2018-2019 гг. – от 30,9±6,6 до 31,9±7,0 года, в 2023-2024 гг. – от 32,5±7,3 до 32,9±8,1 лет. С учетом половых особенностей средний возраст участников чемпионатов мира в 2018-2019 гг. составил 30,7-31,7 среди женщин и 31-32,1 среди мужчин, в 2023-2024 гг. – 32,2-32,3 и 32,3-33,5 лет соответственно (табл. 1). То есть относительно 20-летних данных И.О. Капко (2004) (чемпионаты мира 1998 и 1999 годы) в последние 6-7 лет (т.е. с 2018 по 2024 годы) отмечается тенденция к участию

в соревнованиях по пауэрлифтингу все более возрастных спортсменов без достоверных различий. Так, на чемпионате мира в 2024 году самым возрастным спортсменам среди женщин и мужчин было 57 и 56 лет, среди чемпионов – 54 и 50 лет, а среди призеров – 48 лет и 42 года соответственно, тогда как в 1999 году самой взрослой чемпионкой мира стала Клаудия Коньяк (Дания) в весовой категории до 52 кг, на момент участия ей исполнилось 44 года; самому старшему чемпиону мира в 1999 также было 44 года [7].

Средний возраст мужчин-чемпионов мира в 1998-2002 гг. во всех весовых категориях варьировался от 27,7±3,6 до 30,7±7,0 лет [7], в 2018-2019 гг. – от 32,2±2,3 до 33,2±6,3 лет, а в 2023-2024 гг. – от 34,7±7,5 до 37,7±6,6 лет. Призеры-мужчины были несколько моложе: в 2018-2019 гг. на чемпионате мира средний возраст составил 29,7-31,7 лет, а в 2023-2024 гг. – 32,4-32,6 года.

Таблица 1

Средний возраст участников чемпионатов мира 2018-2019 и 2023-2024 гг. по пауэрлифтингу, лет (n=795), M±σ

Год	Мужчины			Женщины		
	Чемпионы	Призеры	Средний	Чемпионы	Призеры	Средний
2024 ($n_ж$=108); ($n_м$=111)	34,7±7,5	32,6±5,8	32,3±7,3	35±9,8	31,6±6,2	32,3±7,3
2023 ($n_ж$=81); ($n_м$=97)	37,7±6,6	32,4±5,5	33,5±7,4	30,5±5,4	32,2±6,2	32,2±8,8
2019 ($n_ж$=87); ($n_м$=136)	32,2±2,3	31,7±6,9	32,1±6,2	32,3±4,7	30,4±7,4	31,7±8,1
2018 ($n_ж$=73); ($n_м$=102)	33,2±6,3	29,7±5,1	31,0±5,9	34±7,7	28,4±4,0	30,7±7,5

Возраст чемпионок мира в 1998-2002 гг. составил 26-29 лет [7], тогда как средний возраст женщин-чемпионов в 2018-2019 гг. – от 32,3±4,7 до 34±7,7 лет, а в 2023-2024 гг. – от 30,5±5,4 до 35±9,8 лет. При этом в 1998-2002 гг. на чемпионатах мира возраст женщин-призеров был несколько выше [7]. Однако в последние годы эта тенденция изменилась, т.е. женщины-призеры были несколько моложе чемпионок. Так, средний возраст женщин-призеров чемпионатов мира в 2018-2019 гг. составил от 28,4±4,0 до 30,4±7,4 лет, а в 2023-2024 гг. – от 31,6±6,2 до 32,2±6,2 лет.

Анализ самых молодых по возрасту чемпионов мира в 1998-1999 годах позволил выявить, что самой молодой чемпионке мира в 1998 году было 17 лет, а чемпиону – в 1999 году исполнилось 20 лет. За последние 20-25 лет значимо увеличился возраст и самых молодых чемпионов мира. Так, в 2018 году среди женщин самой молодой чемпионке было 26 лет, а чемпиону – 22 года, а в 2023-2024 годах – 23 и 29 лет соответственно.

Спортивный результат и соревновательная деятельность сильнейших спортсменов в пауэрлифтинге. Спортивный результат планируется на основе данных, полученных в результате прогнозирования конкретного вида спорта в мире. С точки зрения науки, прогнозирование представляет собой научное предвидение, базирующееся на познанных и устойчивых закономерностях развития явлений. Это не только процесс формирования моделей будущего, результаты которого используются в системе планирования, организации и управления. Решающее значение для прогнозирования будет иметь получение всесторонней объективной информации о развитии конкретного вида спорта в мире и последующий ее детальный анализ.

Анализ соревновательной результативности до пандемии (2019 год) и после нее (2023 год) на чемпионатах мира свидетельствует о некотором снижении среднего результата всех категорий у мужчин: в приседаниях (на 1,1-3,5%), жиме (на 7,5-8,5%), сумме троеборья (на 2,9-4,1%) и в коэффициенте IPF GL (на 2,7-3,9%), а у призеров еще и в тяге (3%), но без достоверных различий, причем в большей степени снизились «чемпионские» результаты, за исключением жима лежа. Среди женщин наблюдается аналогичная тенденция уменьшения результатов в 2023 году по сравнению с 2019 годом, причем во всех показателях как у чемпионок, так и у призерок. Так, результаты в приседаниях

снизились на 1,9-3,1%, в жиме лежа – на 3,9-10%, в становой тяге – на 6,1-6,7%, в сумме троеборья – на 4,2-4,9%, в коэффициенте IPF GL – на 4,7-5,2% (табл. 2).

Таблица 2

Соревновательная результативность пауэрлифтеров на чемпионатах мира 2019 и 2023 годов, M±σ

Показатели	Мужчины		Женщины	
	Чемпионы 1 место	Призеры 2-4 место	Чемпионы 1 место	Призеры 2-4 место
Приседание, кг	374,7±64,1	353,4±59,2	237,9±45,2	222,9±35,6
	361,6±55,2	349,5±67,6	230,6±33,3	218,6±44,3
Жим лежа, кг	280,3±72,5	261,5±59,8	172,7±34,5	149,4±31,5
	259,4±59,9	239,3±73,7	166±38,6	134,5±35,2
Становая тяга, кг	316,2±48,6	309±43,9	208,9±26,1	207,9±36,9
	322,9±47,9	299,8±38,1	196,2±23,3	193,9±25,6
Сумма, кг	983,8±168,9	923,9±151,1	618,1±105,3	575,4±85,7
	943,9±153,5	896,9±156,3	592,9±81,8	546,9±97,7
Коэффициент IPF GL	110±2,1	103,4±4,3	109,9±3,6	102,2±5,0
	105,7±5,1	100,6±5,5	104,7±6,8	96,9±10,3
Кол-во зачетных попыток	7,8±1,0	5,9±1,4	6,9±0,9	6,8±1,4
	7,4±1,1	6,2±1,2	7±1,2	6±1,6

Примечание: верхняя строка каждого показателя – данные чемпионата мира 2019 года, нижняя строка – 2023 года; IPF GL – International Powerlifting Federation Goodlift.

На наш взгляд, это связано, во-первых, с тем, что в период пандемии не было реализации полноценного тренировочного процесса, а во-вторых – из-за недопуска российских пауэрлифтеров на мировой чемпионат. Однако поскольку вид спорта развивается дальше, и проводятся чемпионаты мира, последующие результаты анализировались с чемпионата мира 2023 года, т.к. относительно 2019 года произошли некоторые изменения в весовых категориях.

Еще одним предиктором успешности на соревнованиях является число реализованных попыток, т.е. показатель надежности. Так, N.A. Coker et al. (2018) было выявлено, что количество успешных попыток в приседаниях и жиме лежа коррелировало с коэффициентом Уилкса [8]. В настоящее время вместо коэффициента Уилкса разработан коэффициент IPF GL.

Проведенный анализ количества завершенных успешно попыток на чемпионате мира 2023 года у мужчин-чемпионов и призеров показал, что первые в среднем выполняют 7,4±1,1 попыток, тогда как последние – 6,2±1,2 попыток. При этом чемпионки реализуют 7±1,2 попыток, а призерки – 6±1,6 попыток. Следовательно, мужчины выполняют несколько больше успешных попыток, чем женщины. Однако, по данным И.О. Капко (2004), сравнивая уровень реализации попыток у сильнейших спортсменов, отметим, что у женщин он в среднем на 7,0% выше, чем у мужчин.

Средний коэффициент IPF GL у чемпионов-мужчин составляет 105,7±5,1, а у призеров – 100,6±5,5, у чемпионок – 104,7±6,8, а у призерок – 96,9±10,3.

Также была исследована взаимосвязь возраста спортсменов-чемпионов и спортивной результативности. Так, у мужчин не было выявлено ни одной достоверной корреляционной связи, тогда как у женщин, занимавших первое место, такие связи были выявлены. До пандемии (2019 год) выявлена достоверная положительная сильная корреляционная связь возраста спортсменок с количеством реализованных попыток ($r=0,8$, $t=2,6$, $p=0,05$), т.е. чем старше спортсменка, тем больше подходов ею выполняется и это объясняется опытом выступления на соревнованиях. После пандемии (2023 год) выявлена отрицательная сильная взаимосвязь возраста с коэффициентом IPF GL ($r=-0,8$, $t=-3,6$, $p=0,01$), т.е. чем больше возраст чемпионки, тем меньше ее коэффициент, и объясняется это, скорее всего, быстрым восстановлением спортивной формы и результативности более молодыми спортсменками по сравнению с возрастными.

Средняя длительность реализаций максимальных индивидуальных возможностей

у мужчин – от 5,0±1,0 до 14,0±2,0 лет, а у женщин – несколько меньше и составляет 3-5 лет [7]. Однако немалочисленны примеры более длительной реализации максимальных силовых возможностей. Яркий пример эффективного спортивного долголетия – карьера выдающегося и уникального спортсмена Ярослава Олеха (Польша), который демонстрировал высокие спортивные результаты на международных соревнованиях более 20-ти лет. Для определения возраста его максимальных силовых возможностей и результативности мы рассчитали нововведенный коэффициент (IPF GL), учитывающий массу тела и показанный результат в сумме троеборья, с начала его спортивной карьеры на чемпионатах мира среди мужчин. В спортивной карьере Я. Олеха на чемпионатах мира можно выделить два «пика» максимальной реализации силовых возможностей, приходящихся на 36 лет и 42 года, когда были показаны самые высокие коэффициенты IPF GL в пределах 113,1-113,5 (табл. 3).

Среди спортсменок особого внимания заслуживает Соловьева Лариса (Украина), спортивный стаж которой на мировой арене также составляет более 20-ти лет. «Пик» силовых возможностей пришелся также на возраст после 30 лет. Самые большие силовые параметры (по коэффициенту IPF GL) пришлись на 40-41 год с наибольшими коэффициентами 116,2-117 (табл. 4).

Таблица 3

Динамика спортивных достижений Ярослава Олеха, показанных на чемпионатах мира среди мужчин

Год/весовая категория	Вес/Возраст	Приседание	Жим	Тяга	Сумма	Место	Коэффициент IPF GL
1997/67,5	67,0/22	282,5	152,5	285	720	3	95,4
1998/67,5	66,9/23	290	157,5	270	717,5	3	95,2
1999/67,5	66,8/24	310	160	302,5	772,5	2	102,5
2000/67,5	67,2/25	305	167,5	302,5	775	2	102,5
2001/67,5	66,7/26	320	167,5	300	787,5	2	104,7
2002/67,5	66,9/27	330	165	310	805	1	106,8
2003/67,5	66,5/28	332,5	175	312,5	820	1	109,2
2004/67,5	67,5/29	340	190	302,5	832,5	1	109,8
2005/67,5	66,9/30	310	192,5	307,5	810	1	107,5
2006/67,5	67,0/31	330	185	300	815	1	108,0
2007/75	74,3/32	350	200	310	860	1	106,3
2008/75	74,5/33	360	210	310	880	1	108,6
2009/75	74,2/34	365	217,5	305	887,5	1	109,8
2011/74	**72,78/36**	**365,5**	**217,5**	**320**	**903**	**1**	**113,1**
2012/74	72,99/37	355	210	310	875	1	109,4
2013/74	73,32/38	367,5	217,5	320	905	1	112,8
2014/74	73,32/39	360	212,5	310	882,5	1	110,0
2015/74	72,85/40	360	212,5	310	882,5	1	109,5
2016/74	73,14/41	367,5	212,5	310	895	1	111,8
2017/74	**73,05/42**	**360**	**220**	**328**	**908**	**1**	**113,5**
2018/74	73,40/43	370	210	310	890	1	110,9
2019/74	73,02/44	345	200	315	860	2	107,5
2021/74	72,20/46	350	202,5	295	847,5	2	106,7
2022/74	73,53/47	355	202,5	310	867,5	2	107,9
2023/74	72,55/48	345	202,5	315	862,5	1	108,3
2024/74	73,4/49	355	197,5	307,5	860	1	107,1

Примечание: IPF GL – International Powerlifting Federation Goodlift; жирным выделен «пик» максимальной реализации силовых возможностей.

Следует сказать, что это не окончательный список имен спортсменов-пауэрлифтеров, внесенных в историю пауэрлифтинга с самой длительной спортивной карьерой, только лишь примеры успешной результативности на протяжении достаточно длительного времени.

Таблица 4

Динамика спортивных достижений Ларисы Соловьевой, показанных на чемпионатах мира среди женщин

Год/весовая категория	Вес/Возраст	Приседание	Жим	Тяга	Сумма	Место	Коэффициент IPF GL
2001/60	59,3/23	190	110	205	505	2	94,5
2007/67,5	66,9/29	212,5	162,5	230	605	2	105,7
2008/67,5	66,56/30	215	163,5	217,5	596	2	104,4
2011/63	62,67/33	222,5	165	245	632,5	1	114,5
2012/63	62,87/34	227,5	165,5	240	633	1	114,4
2013/63	62,84/35	235,5	162,5	240	638	1	115,3
2014/63	62,62/36	240,5	168	230	638,5	1	115,7
2015/63	63,0/37	235	162,5	220	617,5	1	111,5
2016/63	62,99/38	241	180	220	641	1	115,7
2017/63	62,78/39	232,5	170	205	607,5	1	109,9
2018/63	**62,85/40**	**237,5**	**180,5**	**225**	**643**	**1**	**116,2**
2019/63	**62,5/41**	**241,5**	**181,5**	**222,5**	**645,5**	**1**	**117,0**
2022/63	62,95/44	237,5	162,5	220	620	1	112,0
2023/63	62,6/45	237,5	157,5	205	600	2	108,7
2024/63	62,8/46	235	165	210	610	1	110,3

Примечание: IPF GL – International Powerlifting Federation Goodlift; жирным выделен «пик» максимальной реализации силовых возможностей.

Заключение. Возраст сильнейших пауэрлифтеров как возможный критерий отбора на этапе максимальной реализации силовых возможностей свидетельствует об увеличении возраста участников за последние 20 лет. Анализ спортивного долголетия и возрастных особенностей сильнейших спортсменов-пауэрлифтеров указывает на возможность более поздней (старше 30-35 лет) максимальной реализации силового потенциала спортсменами как мужского, так и женского пола.

Сравнение результативности соревновательной деятельности свидетельствует о снижении результативности в постпандемический период (2023 год) относительно времени до ее начала (2019 год). Это объясняется, прежде всего, отсутствием в данных соревнованиях российских спортсменов.

Реализация попыток в упражнениях пауэрлифтинга у чемпионов выше, чем у призеров, что обеспечивает выигрыш на соревнованиях и определяет более высокую надежность, выражающуюся в максимальном использовании всех подходов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин, Г.Д. Психологические аспекты отбора в спорте / Г.Д. Бабушкин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2024. – Т. 12. – № S1. – С. 23-29. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S1-23-29.

2. Тащиян, А.А. Показатели эффективности спортивного отбора в циклических видах спорта / А.А. Тащиян, Е.В. Панов, А.С. Созаева // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2024. – № 4. – С. 113-119. DOI: 10.24412/2305-8404-2024-4-113-119.

3. Чжао, П. Китайская парадигма отбора при подготовке спортсменов в игровых видах спорта (на примере баскетбола и волейбола) / П. Чжао // Теория и практика физической культуры. – 2024. – № 7. – С. 19.

4. Видонова, Л.И. Роль генов *PPARA* и *ACTN3* в предрасположенности к занятиям пауэрлифтингом / Л.И. Видонова, Л.Т. Миннахметова // Физическая культура и спорт в системе образования: инновации и перспективы развития. Материалы всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 25-26 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: ООО «Медиапапир», 2021. – С. 343-348.

5. Левкевич, В.Г. Критерии отбора в секцию по пауэрлифтингу студенток, не имеющих опыта занятий силовыми видами спорта / В.Г. Левкевич // Теория и методика профессионального образования. – 2021. – № 8. – С. 208-213.

6. Тенденции развития «жима лежа» как отдельной соревновательной дисциплины / Р.Н. Балабанов, С.В. Матук, Т.П. Ефимова, Ю.Ф. Назаренко // Научно-методические аспекты подготовки спортсменов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГБОУ ВО СибГУФК

(16-18 апреля 2025 г., г. Омск) / Министерство спорта Российской Федерации, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта; под общ. ред. канд. пед. наук, доцента К.В. Диких. – Омск: СибГУФК, 2025. – С. 19-23.
7. Капко, И.О. Критерии отбора спортсменов высокой квалификации, которые специализируются в пауерлифтинге, на этапах максимальной реализации индивидуальных возможностей и сохранения достижений: автореф. дис. … канд. по физ. воспит. и спорту / Игорь Орестович Капко. – Киев, 2004. – 18 с.
8. Predictors of competitive success of national-level powerlifters: A multilevel analysis / N.A. Coker, A.N. Varanoske, K.M. Baker [et al.] // International journal of performance analysis in sport. – 2018. – Vol. 18. – No. 5. – P. 796-805.

REFERENCES

1. Babushkin G.D. Psychological aspects of selection in sports. *Science and sport: current trends*, 2024, vol. 12, no. S1, pp. 23-29. DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-S1-23-29. (in Russ.)
2. Tashchiyan A.A., Panov E.V., Sozaeva A.S. Efficiency indicators of sports selection in cyclic sports. *Bulletin of TulSU. Physical culture. Sport*, 2024, no. 4, pp. 113-119. DOI: 10.24412/2305-8404-2024-4-113-119. (in Russ.)
3. Zhao P. Chinese paradigm of selection in the preparation of athletes in game sports (on the example of basketball and volleyball). *Theory and Practice of Physical Culture*, 2024, no. 7, pp. 19. (in Russ.)
4. Vidonova L.I., Minnakhmetova L.T. The role of *PPARA* and *ACTN3* genes in predisposition to powerlifting. Physical Culture and Sports in the Education System: Innovations and Development Prospects. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (St. Petersburg, November 25-26, 2021). Saint Petersburg: Mediapapir LLC, 2021. pp. 343-348. (in Russ.)
5. Levkevich V.G. Criteria for selection to the powerlifting section of female students without experience in strength sports. *Theory and methodology of professional education*, 2021, no. 8, pp. 208-213. (in Russ.)
6. Balabanov R.N., Matuk S.V., Efimova T.P., Nazarenko Yu.F. Trends in the development of bench press as a separate competitive discipline. Scientific and Methodological Aspects of Training Athletes: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th Anniversary of the Siberian State University of Physical Culture and Sports (April 16-18, 2025, Omsk), Dikikh K.V., ed. Omsk: Siberian State University of Physical Culture, 2025, pp. 19-23. (in Russ.)
7. Kapko I.O. Criteria for the selection of highly qualified athletes specialized in powerlifting at the stages of maximum realization of individual capabilities and maintaining results: an author's abstract. Kyiv, 2004. 18 p. (in Russ.)
8. Coker N.A., Varanoske A.N., Baker K.M., Hahs-Vaughn D.L., Wells A.J. Predictors of competitive success of national-level powerlifters: A multilevel analysis. *International journal of performance analysis in sport*, 2018, vol. 18, no. 5, pp. 796-805.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Петровна Ефимова – кандидат биологических наук, доцент, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: tanyazama@yandex.ru.
Станислав Витальевич Матук – доцент, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: s.matuk@mail.ru.
Марина Халибиллаевна Спатаева – кандидат педагогических наук, доцент, Военный институт физической культуры, Санкт-Петербург, e-mail: spataeva@mail.ru.
Татьяна Адамовна Непомнящих – кандидат педагогических наук, доцент, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: kardash23-07@mail.ru.
Юрий Федорович Назаренко – доцент, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: nazarenko200148omsk@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tatyana P. Efimova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: tanyazama@yandex.ru.
Marina Kh. Spataeva – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Military Institute of Physical Culture, Saint Petersburg, e-mail: spataeva@mail.ru.
Stanislav V. Matuk – Associate Professor, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: s.matuk@mail.ru.
Tatyana A. Nepomnyashchikh – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: kardash23-07@mail.ru.
Yurij F. Nazarenko – Associate Professor, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: nazarenko200148omsk@mail.ru.

Для цитирования: Возраст сильнейших пауэрлифтеров и соревновательная деятельность как критерий максимальной реализации силовых возможностей спортсменов / Т.П. Ефимова, С.В. Матук, М.Х. Спатаева [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_38

For citation: Efimova T.P., Matuk S.V., Spataeva M.Kh., Nepomnyashchikh T.A., Nazarenko Yu.F. The age of the strongest powerlifters and competitive activity as a criterion for maximizing the strength of athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_38

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_39
УДК 796.41

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_39
UDC 796.41

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА СОПРЯЖЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В РАЗВИТИИ ПРЫГУЧЕСТИ У ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ГИМНАСТОК НА ЭТАПЕ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

М.А. Овсянникова[1], Е.Е. Биндусов[2], Е.Е. Лукашина[3], М.А. Петрова[4]

[1]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» РУТ(МИИТ), г. Москва, Россия

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия физической культуры», Московская область, г. Люберцы, Россия

[3]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия

[4]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска методик, обеспечивающих одновременное развитие физических качеств и технического мастерства юных спортсменок. ***Методы:*** тестирование по шкале оценки прыгучести И.А. Винер, педагогический эксперимент – 7 недель. Была апробирована авторская методика, основанная на комплексе специальных упражнений с отягощениями массой 250 грамм. ***Результаты*** исследования показали статистически значимое улучшение показателей прыгучести в экспериментальной группе ($p \leq 0{,}01$). Средний суммарный балл по шкале Винер увеличился с 4,3 до 7,4 баллов, в то время как в контрольной группе, занимавшейся по традиционной программе, существенных изменений выявлено не было. Наибольший прирост был зафиксирован в упражнениях «прыжок вверх двумя ногами» до 45-53 см и «прыжки через скакалку» до 7-10 раз. ***Заключение.*** Предложенная методика может быть рекомендована для внедрения в тренировочный процесс спортивных школ по художественной гимнастике.

Ключевые слова: художественная гимнастика, прыгучесть, метод сопряженного воздействия, начальная подготовка, локальные отягощения, спорт, шкала Винер И.А.

EFFECTIVENESS OF THE CONJUGATED IMPACT METHOD IN THE DEVELOPMENT OF JUMPING ABILITIES IN RHYTHMIC GYMNASTICS AT THE INITIAL TRAINING STAGE

M.A. Ovsyannikova[1], E.E. Bindusov[2], E.E. Lukashina[3], M.A. Petrova[4]

[1]Russian University of Transport, Moscow, Russia

[2]Moscow State Academy of Physical Education, Moscow Region, Lyubertsy, Russia

[3]State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

[4]Russian State Social University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The relevance of the work is due to the need to find methods that ensure the simultaneous development of physical qualities and technical skills of young female athletes. ***Methods:*** testing according to the scale of jumping assessment by I.A. Viner, a 7-week pedagogical experiment. The author's technique based on a set of special exercises with weights of 250 grams was also tested. ***The results*** of the study have demonstrated a statistically significant improvement in jumping performance in the experimental group ($p \leq 0.01$). The average total score on the Viner scale increased from 4.3 to 7.4 points, while no significant changes were observed in the control group that followed the traditional program. The greatest increase was recorded in the exercises "vertical jump with two legs" up to 45-53 cm and "rope skipping" up to 7-10 times. ***Conclusion.*** The proposed method can be recommended for implementation in the training process of rhythmic gymnastics sports schools.

Keywords: rhythmic gymnastics, jumping ability, conjugated impact method, initial training, local weights, sports, I.A. Viner scale.

Введение. Художественная гимнастика – это сложнокоординационный вид спорта, где успех спортсменки определяется не только артистизмом и гибкостью, но и высоким уровнем развития скоростно-силовых качеств. Ключевым из них является прыгучесть, которая лежит в основе исполнения большинства прыжковых элементов, придающих комбинации динамичность, зрелищность и высокую спортивную ценность. На начальном этапе подготовки закладывается фундамент будущего мастерства гимнастки, и именно в этот период целенаправленное развитие прыгучести является наиболее эффективным [1-3]. Однако традиционные методы тренировки часто носят односторонний характер, не обеспечивая комплексного подхода к развитию данного качества в связке с технической подготовкой. В связи с этим поиск и внедрение инновационных методик, позволяющих одновременно совершенствовать и физические кондиции, и технику исполнения, представляется чрезвычайно актуальной проблемой в современной теории и практике подготовки юных гимнасток.

Несмотря на понимание важности прыгучести у гимнасток начального уровня подготовки (7-8 лет) часто наблюдается ее недостаточный уровень развития [4, 5]. Это проявляется в низкой высоте прыжка, слабой амплитуде движений в безопорной фазе и технически несовершенном исполнении прыжковых элементов. Существующие программы подготовки не всегда в полной мере используют методы, которые интегрируют развитие физических качеств и технического мастерства, что тормозит спортивный прогресс юных атлетов [6, 7].

Цель: проверить эффективность применения метода сопряженного воздействия для развития прыгучести у художественных гимнасток 7-8 лет на начальном этапе подготовки.

Задачи исследования: разработать специализированный комплекс упражнений с использованием отягощений, направленный на развитие прыгучести методом сопряженного воздействия; провести педагогический эксперимент и оценить динамику показателей прыгучести в контрольной и экспериментальной группах.

Методы и организация исследования. Для решения поставленных задач был использован комплекс методов педагогического исследования: анализ научно-методической литературы, тестирование, педагогический эксперимент и методы математической статистики для обработки результатов.

В исследовании приняли участие 20 гимнасток в возрасте 7-8 лет, разделенных на две группы: контрольную и экспериментальную, по 10 человек в каждой. На начальном этапе было проведено тестирование уровня прыгучести в обеих группах, которое показало их исходную эквивалентность.

Для оценки уровня прыгучести использовались три контрольных упражнения, рекомендованные шкалой оценки И.А. Винер (табл. 1) [6].

Таблица 1

Шкала оценки уровня прыгучести по И.А. Винер

№ п/п	Контрольные упражнения	Результаты		
		Низкий (1 балл)	Средний (2 балла)	Высокий (3 балла)
1	Прыжок вверх	20-34 см	35-44 см	45-50 см
2	Прыжок вверх отталкиванием одной	10-14 см	15-24 см	25-34 см
3	Прыжки через натянутую скакалку	2-4 раз	5-7 раз	8-10 раз

Результаты оценивались по трехбалльной шкале (низкий, средний, высокий уровень), где совокупный балл по всем трем упражнениям давал интегральную оценку уровня прыгучести.

Педагогический эксперимент длился 7 недель, 21 тренировочное занятие. Тренировочный процесс в контрольной группе строился по традиционной программе. В экспериментальной группе к основной программе добавлялся специально разработанный комплекс упражнений с использованием утяжелителей массой 250 грамм, закрепленных на голеностопных

суставах. Комплекс выполнялся в течение 10-15 минут в основной части занятия и был построен по принципу метода сопряженного воздействия, направленного на одновременное развитие физических качеств: взрывной силы, быстроты, выносливости и совершенствования технических элементов прыжков.

Комплекс был разделен на три микроцикла:

1-2 неделя. Акцент на базовые прыжковые упражнения с отягощением: прыжки на одной, двух ногах, сгибая ноги к груди, на скамейку вперед и боком, выпрыгивания со скамейки со сменой ног.

3-4 неделя. Выполнялись упражнения со скакалкой для развития ритма и координации: бег с высоким подниманием бедра через скакалку, прыжки отталкиванием двумя ногами, вращая скакалку вперед, назад, скрестно, галоп вперед с вращением скакалки вперед-назад, прыжки через сложенную вдвое скакалку.

5-7 неделя. Комбинировались базовые и сложнокоординационные изученные прыжковые упражнения для комплексного воздействия. Те же упражнения плюс выпрыгивания из полного приседа, из разных исходных положений, прыжок одной, носок другой прижат у колена.

Стоит отметить, что данные упражнения не заменяли предметную подготовку гимнасток, а дополняли.

Для проверки статистических гипотез использовалось программное обеспечение SPSS Statistics, версия 24. Для оценки достоверности различий внутри групп использовался критерий Вилкоксона, для сравнения результатов между группами – U-критерий Манна-Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты констатирующего эксперимента, проведенного в начале исследования, показали, что уровень развития прыгучести у гимнасток обеих групп был практически идентичным и соответствовал в основном низкому и среднему уровням. Средний суммарный балл в обеих группах колебался в пределах 4-5 баллов из 9 возможных (табл. 2).

Таблица 2

Показатель развития прыгучести художественных гимнасток 7-8 лет по шкале И.А. Винер, M±σ

Баллы	Контрольная группа (n=10)	Экспериментальная группа (n=10)
До эксперимента	4,4±0,97	4,3±0,67
После эксперимента	4,4±0,84	7,4±0,97
Критерий Вилкоксона	t=5,5, p≥0,05	t=5,5, p≤0,01
Критерий Манна-Уитни	U=0, p≤0,01	

Проведенный статистический анализ с использованием критерия Вилкоксона однозначно демонстрирует, что в контрольной группе, занимавшейся по стандартной программе, не произошло статистически значимого изменения уровня прыгучести. Средний балл остался неизменным, а незначительные колебания у отдельных гимнасток носят случайный характер. В экспериментальной группе после применения специализированного комплекса упражнений методом сопряженного воздействия был зафиксирован статистически значимый прирост показателей прыгучести ($p<0,01$). Средний балл вырос на 3,1 пункта, что свидетельствует о переходе группы с низкого на средний и высокий уровень развития данного качества. Несколько большее среднее квадратическое отклонение в экспериментальной группе указывает на большую вариативность результатов. Это может быть связанно с индивидуальной восприимчивостью к тренировочной нагрузке при использовании новой методики [8].

Для сравнения двух независимых групп после эксперимента мы использовали критерий Манна-Уитни. Статистический анализ подтвердил высокую достоверность различий ($p\leq0,01$). В экспериментальной группе была зафиксирована выраженная положительная динамика по всем трем контрольным упражнениям. «Прыжок вверх двумя ногами» у большинства гимнасток улучшился до 45-53 см, что соответствует высокому уровню (3 балла). Результаты упражнения «Прыжок вверх одной ногой»

возросли до 25-38 см, что также соответствует высокому и среднему уровню. В контрольном упражнении «Прыжки через скакалку» количество непрерывных прыжков увеличилось до 7-10 раз, что оценивается как высокий уровень. Улучшение в этом тесте свидетельствует о лучшем контроле тела в фазе полета и приземления.

Исследование подтвердило, что метод сопряженного воздействия эффективен для сложнокоординационных видов спорта [9]. Развитие прыгучести создает фундамент для технического совершенствования. Гимнастки не просто прыгают выше, они более стабильны в исполнении при нагрузке, приобретают нейромышечный контроль для выполнения сложных элементов.

Шкала Винер И.А. является эффективным инструментом оперативного контроля, помогает идентифицировать слабые звенья подготовки каждой гимнастки.

Заключение. Полученные результаты подтверждают эффективность разработанной методики сопряженного воздействия для развития прыгучести и позволяют рекомендовать ее для использования в тренировочном процессе художественных гимнасток начальной подготовки. Комплекс упражнений выполнялся с малыми отягощениями по 250 г, что соответствует возрасту 7-8 лет и не заменяет предметную подготовку. Суммарный балл у гимнасток экспериментальной группы увеличился до 6-9 баллов, что свидетельствует о переходе большинства испытуемых на средний и высокий уровень развития прыгучести. Улучшение показателей прыгучести на 68% демонстрирует не только количественное, но и качественное изменение подготовки гимнасток.

В контрольной группе, занимавшейся по стандартной программе, значимых изменений в показателях прыгучести выявлено не было. Средний суммарный балл остался на прежнем уровне – 4-5 баллов. Некоторые гимнастки показали незначительный прогресс в отдельных упражнениях, однако интегральная оценка уровня развития качества осталась без положительной динамики. Диагностика по шкале Винер И.А. доказала свою практическую ценность как эффективный инструмент управления тренировочным процессом.

Таким образом, использование специализированных комплексов упражнений с отягощениями, интегрированных в тренировочный процесс, можно рекомендовать тренерам по художественной гимнастике для широкого применения в работе с юными спортсменками.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биндусов, Е.Е. Танцевальная подготовка девочек 5-6 лет, занимающихся художественной гимнастикой / Е.Е. Биндусов, Е.А. Янкина, М.А. Овсянникова // Педагогическая перспектива. – 2023. – № 1. – С. 19-25.
2. Двейрина, О.А. О концепции развития детско-юношеского спорта в Российской Федерации / О.А. Двейрина, Р.Н. Терехина, И.А. Винер-Усманова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 9(187). – С. 77-83.
3. Карпенко, Л.А. Методика оценки и развития физических способностей у занимающихся художественной гимнастикой / Л.А. Карпенко, И.А. Винер-Усманова, В.А. Сивицкий // Всероссийская федерация художественной гимнастики; Санкт-Петербургский государственный университет физической культуры им. П. Ф. Лесгафта. – Москва, 2007. – 76 с.
4. Вишнякова, С.В. Методика развития прыгучести на этапе начальной специализации в художественной гимнастике / С.В. Вишнякова, Н.С. Чулкова, В.А. Шмадченко // Инновационные процессы в научной среде: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Киров, 23 марта 2016 года / Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. – Киров: Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2016. – С. 245-249.
5. Кругликов, И.В. Возрастные особенности девочек 8-10 лет и методы подготовки в художественной гимнастике / И.В. Кругликов // Стратегическое развитие индустрии туризма и гостеприимства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Сочи, 19-20 октября 2018 года / Отв. ред. Л.Н. Приходько. –

Сочи: Сочинский государственный университет, 2018. – С. 487-494.
6. Лукашина, Е.Е. Критерии отбора девочек 6-7 лет для дальнейших занятий художественной гимнастикой с профессиональной направленностью / Е.Е. Лукашина // Современные технологии физического воспитания и спорта в практике деятельности физкультурно-спортивных организаций: Материалы Всероссийской научно-практической конференции и Всероссийского конкурса научных работ в области физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности, Елец, 19 апреля 2018 года / Под ред. А.А. Шахова. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2018. – С. 138-143.
7. Власова, О.П. Комплексное исследование взаимосвязи физической подготовленности с компонентами соревновательного результата юных гимнасток / О.П. Власова, Г.Н. Пшеничникова // Глобальный научный потенциал. – 2015. – № 7(52). – С. 13-16.
8. Петрова, А.В. Комплекс упражнений для развития прыгучести у девочек 7-8 лет занимающихся художественной гимнастикой / А.В. Петрова, Д.О. Дружкова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2022. – № 1(203). – С. 304-307.
9. Муртищева, С.М. Прыгучесть как одно из ключевых физических качеств в художественной гимнастике / С.М. Муртищева, Л.А. Коновалова // Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Казань, 21 декабря 2016 года. – Казань: Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, 2017. – С. 265-267.

REFERENCES

1. Bindusov E.E., Yankina E.A., Ovsyannikova M.A. Dance training for girls aged 5-6 engaged in rhythmic gymnastics. *Pedagogical Perspective*, 2023, no. 1, pp. 19-25. (in Russ.)
2. Dvejrina O.A., Terekhina R.N., Viner-Usmanova I.A. On the Concept of Development of Children's and Youth Sports in the Russian Federation. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2020, no. 9(187), pp. 77-83. (in Russ.)
3. Karpenko L.A., Viner-Usmanova I.A., Sivitskij V.A. Methodology for assessing and developing physical abilities in rhythmic gymnasts. All-Russian Federation of Rhythmic Gymnastics; Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health. Moscow, 2007. 76 p. (in Russ.)
4. Vishnyakova S.V., Chulkova N.S., Shmadchenko V.A. Technique of development of jumping at the stage of initial specialization in rhythmic gymnastics. Innovative Processes in the Scientific Environment: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference (Kirov, March 23, 2016). Sukiasyan A.A., ed. Kirov: Omega Sains LLC, 2016. pp. 245-249. (in Russ.)
5. Kruglikov I.V. Age characteristics of girls aged 8-10 and methods of training in rhythmic gymnastics. Strategic Development of the Tourism and Hospitality Industry: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of students, postgraduates, and young scientists (Sochi, October 19-20, 2018). Prikhodko L.N., ed. Sochi: Sochi State University, 2018. pp. 487-494. (in Russ.)
6. Lukashina E.E. Criteria for selecting girls aged 6-7 for further artistic gymnastics training with a professional focus. Modern Technologies of Physical Education and Sports in the Practice of Physical Culture and Sports Organizations: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference and the All-Russian Competition of Scientific Papers in the Field of Physical Culture, Sports, and Life Safety (Yelets, April 19, 2018). Shakhov A.A., ed. Yelets: Yelets State University named after I.A. Bunin, 2018. pp. 138-143. (in Russ.)
7. Vlasova O.P., Pshenichnikova G.N. Comprehensive study of the relationship between physical fitness and the components of competitive performance in young gymnasts. *Global Scientific Potential*, 2015, no. 7(52), pp. 13-16. (in Russ.)
8. Petrova A.V., Druzhkova D.O. Complex of exercises for the development of jumping ability in girls aged 7-8 who practice rhythmic gymnastics. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2022, no. 1(203), pp. 304-307. (in Russ.)
9. Murtishcheva S.M., Konovalova L.A. Leaping as one of the key physical qualities in rhythmic gymnastics. Problems and prospects of physical education, sports training and adaptive physical culture: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation (Kazan, December 21, 2016). Kazan: Volga State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, 2017. pp. 265-267. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Марина Андреевна Овсянникова – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Физическая культура и спорт», Российский университет транспорта, Москва, e-mail: mikhailova-marishka@yandex.ru.
Евгений Евгеньевич Биндусов – кандидат педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теории и методики гимнастики», Московская государственная академия физической культуры, Московская область, Люберцы, e-mail: bindusov50@mail.ru.
Екатерина Евгеньевна Лукашина – старший преподаватель кафедры «Физического воспитания», Государственный университет по землеустройству, Москва, e-mail: ekaterina.evgenevna.lukashina@mail.ru.
Маргарита Александровна Петрова – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Физической культуры, спорта и здорового образа жизни», Российский государственный социальный университет, Москва, e-mail: petrovam.a.0811@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Marina A. Ovsyannikova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Culture and Sports, Russian University of Transport, Moscow, e-mail: mikhailova-marishka@yandex.ru.
Evgenij E. Bindusov – Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Theory and Methods of Gymnastics, Moscow State Academy of Physical Education, Moscow Region, Lyubertsy, e-mail: bindusov50@mail.ru.
Ekaterina E. Lukashina – Senior lecturer at the Department of Physical Education, State University of Land Use Planning, Moscow, e-mail: ekaterina.evgenevna.lukashina@mail.ru.
Margarita A. Petrova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Education, Sports, and Healthy Lifestyle, Russian State Social University, Moscow, e-mail: petrovam.a.0811@yandex.ru.

Для цитирования: Эффективность метода сопряженного воздействия в развитии прыгучести у художественных гимнасток на этапе начальной подготовки / М.А. Овсянникова, Е.Е. Биндусов, Е.Е. Лукашина, М.А. Петрова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_39

For citation: Ovsyannikova M.A., Bindusov E.E., Lukashina E.E., Petrova M.A. Effectiveness of the conjugated impact method in the development of jumping abilities in rhythmic gymnastics at the initial training stage. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_39

Дата публикации: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_40
УДК 796.921.012.1

Publication date: 01.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_40
UDC 796.921.012.1

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МЫШЦ НИЖНИХ И ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ЛЫЖНИКОВ И ЛЫЖНИЦ 12-16 ЛЕТ

Ю.П. Салова, С.А. Ленькова, Е.А. Реуцкая, Е.В. Щапов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Скоростно-силовая подготовка играет ключевую роль в соревновательном результате лыжников-гонщиков. Цель: изучить особенности изменения показателей скоростно-силовых способностей мышц плечевого пояса и мышц нижних конечностей лыжников-гонщиков в возрастном периоде 12-16 лет. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 678 юных лыжников 12-16 лет. Скоростно-силовые способности нижних конечностей анализировались с помощью прыжковых тестов на контактной платформе Sporttlab. Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса – с помощью теста максимальной алактатной мощности на лыжном эргометре по методике Д.В. Попова. ***Результаты.*** Определено, что показатели относительной максимальной алактатной мощности достоверно увеличивались от года к году, как у девушек, так и у юношей. Максимальные значения определены в 14, 15 лет у юношей и в 14 у девушек. Показатели в прыжковых тестах отстают от темпов роста скоростно-силовой подготовленности мышц плечевого пояса и достоверно не изменяются с 12 до 16 лет. ***Заключение.*** Динамика возрастных изменений скоростно-силовой подготовленности мышц плечевого пояса прослеживается до 15 лет у юношей, до 14 лет у девушек, мышц нижних конечностей – до 15 лет и до 14 лет соответственно с дальнейшим замедлением приростов и снижением ее к 16 годам у девушек.
Ключевые слова: лыжники-гонщики, лыжницы-гонщицы, учебно-тренировочный этап подготовки, скоростно-силовые способности, прыжковые тесты, максимально алактатная мощность, Concept SkiErg.

AGE-RELATED DYNAMICS OF SPEED-STRENGTH CAPABILITIES OF THE LOWER AND UPPER LIMB MUSCLES IN 12-16-YEAR-OLD CROSS-COUNTRY SKIERS

Yu.P. Salova, S.A. Lenkova, E.A. Reutskaya, E.V. Shchapov
Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Speed-strength training plays a key role in the competitive result of cross-country skiers. The objective of the study: to study the features of changes in the indicators of speed-strength abilities of the muscles of the shoulder girdle and muscles of the lower limbs of 12-16-year-old cross-country skiers. ***Methods.*** The study involved 678 12-16-year-old skiers. Speed-strength abilities of the lower extremities were examined using jump tests on the Sporttlab contact platform. Speed-strength abilities of the shoulder girdle muscles were assessed using a test for assessing the maximum alactic power on a ski ergometer according to the D.V. Popov method. ***Results***. It was determined that the indicators of the relative maximum alactic power increased reliably from year to year, both in girls and boys. The maximum values were determined at 14, 15 years in boys and at 14 years in girls. The indicators in jump tests lag behind the growth rate of speed-strength fitness of the shoulder girdle muscles and do not change reliably from 12 to 16 years. ***Conclusion.*** The dynamics of age-related changes in the speed-strength fitness of the shoulder girdle muscles can be traced up to 15 years in young men and up to 14 years in girls, the fitness of the muscles of the lower limbs – up to 15 years and 14 years respectively, with a further slowdown in growth and a decrease by 16 years in girls.
Keywords: cross-country skiers, female cross-country skiers, training stage of preparation, speed-strength abilities, jumping tests, maximum alactic power, Concept SkiErg.

Введение. Большая часть исследований в лыжных гонках отражает всестороннюю подготовку лыжников-гонщиков высокой квалификации. Исследований, касающихся изучения вопросов подготовки юношей и девушек 12-16 лет, динамики возрастных изменений в развитии физических способностей, функциональных возможностей

подростков, ответных реакций организма на тренировки различной направленности, на современном этапе развития спортивной науки и практики недостаточно [1, 2].

Большинство авторов подчеркивали, что «… дети – это не уменьшенные копии взрослых». Тренировать юных спортсменов по образцу высококвалифицированных спортсменов некорректно, так как физиологические закономерности ответных реакций организма взрослых спортсменов на выполняемые нагрузки отличаются более совершенными компенсаторными механизмами и не соответствуют организму подростков [3]. Несмотря на это, тренировочные планы подготовки юных спортсменов отличаются форсированностью, увеличением доли интенсивных нагрузок и стартов за спортивный сезон (от 20 до 30). Несовершенство вегетативных функций организма подростков, биологические процессы роста могут отражать ответные реакции, несоответствующие взрослым спортсменам, и маскировать реальный тренировочный прогресс [2]. Исследования австрийских и китайских авторов определили, что у 12-14-летних лыжников- и лыжниц-гонщиц спортивный результат в спринтерских дистанциях зависит не только от уровня развития скорости, силы, выносливости, координации, но и от коэффициента зрелости юного спортсмена [4-7].

Скоростно-силовая подготовка играет ключевую роль в соревновательном результате лыжников-гонщиков, поскольку она напрямую влияет на мощность отталкивания лыжами и палками, определяет проявление силы мышц и скорость движений при передвижении на лыжах [7]. Чем выше уровень скоростно-силовой подготовленности, тем лучше лыжник осваивает необходимые технические навыки, эффективнее выполняет ключевые элементы в соревновательной борьбе. Рассматривая закономерности специальной силовой подготовки, Ю.В. Верхошанский показал, что силовые способности отдельных мышечных групп развиваются неравномерно [8]. Силовые способности являются составляющим компонентом скоростно-силовых, а значит данная особенность развития неизбежно будет отражаться и на их развитии. Скоростно-силовые способности отдельно мышц плечевого пояса и нижних конечностей у лыжников-гонщиков, а также их влияние на соревновательную деятельность являлись предметом изучения российских ученых [9-13]. Однако в исследованиях отсутствует информация об особенностях возрастной динамики развития скоростно-силовых способностей верхних и нижних конечностей у юных спортсменов-лыжников 12-16 лет.

Цель исследования: изучить особенности показателей скоростно-силовых способностей лыжников-гонщиков в возрастном промежутке 12-16 лет.

Методы и организация исследования. Настоящее исследование проводилось в рамках выполнения государственной работы («проведение научного исследования») для подведомственных Министерству спорта Российской Федерации научных организаций и образовательных организаций высшего образования на 2025 год. В исследовании приняли участие 678 юных лыжников 12-16 лет. Общее число юных спортсменов по возрастам составило: 12-летних – 53; 13-летних – 128; 14-летних – 177; 15-летних – 193; 16-летних – 121 человек.

Скоростно-силовые способности нижних конечностей оценивались у 251 человека (139 девочек, 112 мальчиков) с помощью прыжковых тестов на контактной платформе Sporttlab (г. Омск): базовый прыжок с полуприседа (SJ); переходный прыжок с контрдвижением (CMJ); прыжок по Абалакову (CMJa). Анализировали лучший абсолютный результат в трех попытках каждого прыжка спортсмена, индексы эластичности мышц (ИЭ) и координации (ИК) [14]. Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса изучали у 427 человек (235 девочек, 192 мальчика) с помощью теста максимальной алактатной мощности на лыжном эргометре Concept SkiErg по методике Д.В. Попова [15]. Анализировали показатели относительной максимальной алактатной мощности (МАМ).

Исследование проводилось на базе Областной спортивной школы олимпийского резерва Л.Н. Носковой (г. Тюмень), на базе поселка Вершина Теи, на базе Спортивной школы олимпийского резерва «Центр лыжного спорта» Омской области.

Статистический анализ данных осуществлялся с использованием программы Statistica 12.0. Нормальность распределения определялась с помощью теста Шапиро-Уилка. Анализируемые показатели в сформированных выборках подчинялись закону нормального распределения, что определило статистическую обработку данных с помощью параметрических методов статистики (t-критерий). Рассчитывались стандартные показатели описательной статистики (среднее значение, стандартное отклонение).

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ результатов в тестах, оценивающих скоростно-силовые способности верхних и нижних конечностей девушек и юношей 12-14 и 15-16 лет, занимающихся лыжными гонками, представлен в таблице.

Таблица

Скоростно-силовые способности мышц плечевого пояса и нижних конечностей лыжников- и лыжниц-гонщиц 12-14 и 15-16 лет, M±m

Пол	Возраст	МАМ отн, Вт/кг	P	SJ, см	CMJ, см	CMJa, см	P	ИЭМ, %	ИК, %	P
Девушки	12-14 лет n=80	3,6± 0,9	<0,04	27,1± 3,4	27,3± 3,1	31,5± 3,2	>0,05	3,9± 3,8	12,0± 5,2	>0,05
	15-16 лет n=59	4,1± 0,7		27,4± 3,6	27,0± 2,9	31,8± 4,1		5,4± 4,4	11,7± 5,1	
Юноши	12-14 лет n=123	4,5± 1,0	<0,007	30,2± 4,2	31,7± 4,5	36,8± 5,2	>0,05	4,3± 7,5	13,8± 7,4	>0,05
	15-16 лет n= 112	5,7± 1,2		34,1± 4,3	36,0± 4,8	40,9± 5,3		5,2± 5,6	11,6± 6,8	

Примечание: SJ – базовый прыжок (с полуприседа); CMJ – переходный прыжок (с контрдвижением); CMJa – прыжок по Абалакову; ИЭМ – индекс эластичности мышц; ИК – индекс координации; МАМ – относительная максимальная алактатная мощность; p≤0,05.

По представленным результатам (табл.) видно, что показатели относительной величины МАМ достоверно увеличивались от одного возрастного периода к другому как у девушек (p<0,04), так и у юношей (p<0,007).

Анализ результатов в прыжковых тестах (SJ, CMJ, CMJa) в возрастных группах девушек и юношей не выявил статистически значимых изменений (p>0,05). Положительная динамика роста результатов во всех трех видах вертикальных прыжков определена у юношей, тогда как у девушек результаты оставались на исходном уровне (табл.). Естественный рост с 12 до 16 лет, выполняемые тренировочные нагрузки способствуют планомерному увеличению результатов в прыжковых тестах к 15 годам у юношей, тогда как в группах девушек полученные результаты проявляются стабилизацией в развитии скоростно-силовых способностей нижних конечностей. Изменения ИЭМ, ИК также не имели значимых отличий между группами (p>0,05). Возрастная динамика в группах юных спортсменов характеризовалась только положительной тенденцией (по ИЭМ), а показатели ИК в группах девушек и юношей на анализируемых этапах был практически неизменен (~11-13%), что указывает на отсутствие возрастных изменений в росте эффективности мышечной работы. Согласно представлениям Ю.В. Верхошанского, процесс функциональной специализации ведущих для спортсмена мышечных групп характеризуется гетерохронностью в темпах развития специфических двигательных способностей [8]. В данном случае результаты показывают, что у девушек 12-16 лет скоростно-силовые способности мышц ног отстают от мышц плечевого пояса. Это может быть связано с несовпадением общепринятых сенситивных периодов интенсивного роста специфических скоростно-силовых способностей лыжниц-гонщиц и в четкой последовательности функциональной специализации в комплексе развития ведущих групп мышц для лыжниц.

Для выявления возрастной динамики скоростно-силовых способностей мышц плечевого пояса и нижних конечностей у

юных спортсменов проведен анализ результатов прыжковых тестов и показателей относительной величины МАМ отдельно в группах каждого возраста и пола. Результаты, отражающие возрастные изменения скоростно-силовых способностей юных лыжников и лыжниц с 12 до 16 лет, представлены на рисунках 1, 2.

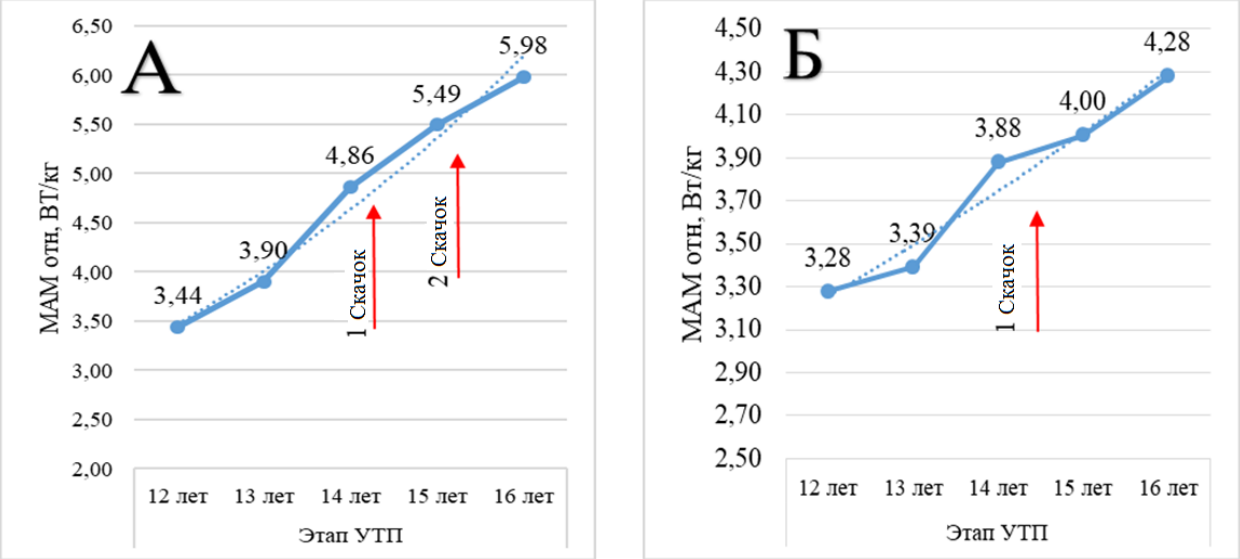


Рис. 1. Возрастная динамика результатов максимальной алактатной мощности (МАМ) плечевого пояса на эргометре Concept SkiErg2 у лыжников-гонщиков учебно-тренировочного этапа подготовки (УТП): А – юноши; Б – девушки

На рисунке 1 представлены изменения показателей относительной величины МАМ юных лыжников и лыжниц в возрасте 12-16 лет, отражающие гендерные и возрастные различия в развитии скоростно-силовых качеств.

У юношей (рис. 1А) с 12-ти лет наблюдается постепенный рост показателя относительного МАМ (3,44±0,71 Вт/кг). В 14, 15 лет – «скачок» до 5,71±1,16 Вт/кг ($p<0,007$), что связано с активной фазой полового созревания. В данном возрасте происходит значительное повышение уровня тестостерона, что усиливает синтез белка и способствует увеличению мышечной массы и росту силовых показателей. У девушек «скачок» в показателях относительной МАМ менее выражен (от 3,28±0,79 до 4,28±0,50 Вт/кг), что связано с различиями в темпах биологического созревания, более раннего созревания женского организма и меньшего прироста мышечной силы по сравнению с юношами (рис. 1Б).

На рисунке 2 представлена возрастная динамика развития скоростно-силовых способностей нижних конечностей по результатам прыжковых тестов (SJ, CMJ, CMJa). Из рисунка 2 А, Б, В видно, что у юношей положительная тенденция развития скоростно-силовых способностей с наиболее выраженными скачками результата в прыжках SJ, CMJ, CMJa проявляется в 13 и 15 лет, более выраженно в 15 лет, что обусловлено развитием взрывной силы юношей в пубертатном возрасте. По достижении возраста 15 лет, зависимость естественного роста на результат замедляется.

У девушек в возрастном аспекте от 12 до 16 лет (рис. 2 Г, Д, Е) показатели всех трех тестовых прыжков имеют менее выраженную положительную тенденцию, чем у юношей. «Скачки» прироста результатов скоростно-силовых способностей мышц нижних конечностей отмечались в 13 и 14 лет, тогда как к 15 годам тенденция к росту показателей замедлялась, а к 16 годам отмечалось снижение. Это объясняется более ранним, чем у юношей завершением фазы активного роста мышечных волокон.

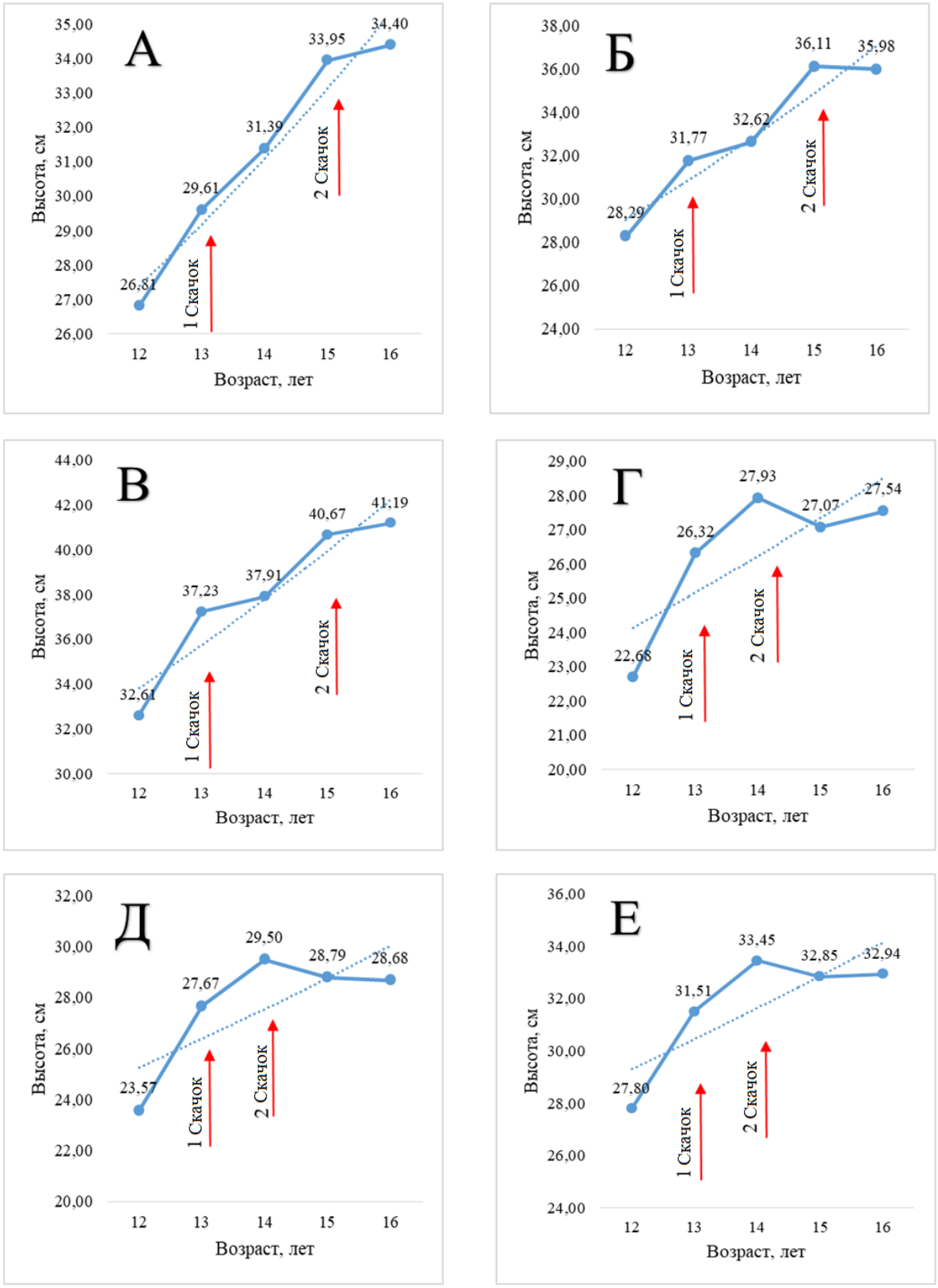


Рис. 2. Возрастная динамика результатов в прыжковых тестах у лыжников-гонщиков 12-16 лет: А – SJ (базовый прыжок (с полуприседа)) у юношей; Б – CMJ (CMJ – переходный прыжок (с контрдвижением)) у юношей; В – CMJa (прыжок по Абалакову) у юношей; Г – SJ у девушек; Д – CMJ у девушек; Е – CMJa у девушек

Характер прироста абсолютных показателей силы мышц не соответствует линейному, характеризуется замедлением в тех видах спорта, где спортсмен преодолевает относительно небольшое сопротивление, и основное значение имеет быстрота проявления рабочего усилия [8]. Естественный рост организма спортсменов происходит и дальше, в то время как темпы прироста результатов в контрольных упражнениях снижаются после 14 лет у девушек и малоизменчивы после 15 лет у юношей. Это, по нашему мнению, является моментом начала фазы реализационной эффективности накопленного потенциала скоростно-силовых способностей в специфических двигательных способностях. Дальнейшая подготовка лыжников старше 15 и лыжниц старше 14 лет должна отличаться акцентом на реализацию эффективности скоростно-силовых способностей в соревновательных упражнениях. Т.е., если определяется фаза прироста в развитии скоростно-силовых способностей, то следующей фазой в подготовке и росте мастерства спортсмена необходима фаза реализационной эффективности, отражающая использование средств целенаправленной, специфической скоростно-силовой подготовки. Эффект в случае с лыжниками-гонщиками может проявляться в улучшении и совершенствовании технического компонента спортсмена. Основным средством специальной подготовки в фазе реализационной эффективности становится непосредственно спортивное упражнение, выполняемое с околопредельной интенсивностью для текущего уровня подготовленности спортсмена [9, 16].

Заключение. Результаты подчеркивают важность учета возрастных и гендерных особенностей при развитии скоростно-силовых качеств у юных спортсменов, подтверждают необходимость раздельного анализа тренировочных нагрузок для девушек и юношей на учебно-тренировочном этапе подготовки. У юношей наблюдается «скачок» как в показателях МАМ, так и в прыжковых тестах в 15 лет, после чего отмечается снижение прироста в показателях.

У девушек в показателях МАМ рост результатов более плавный, «скачок» прироста в результатах отмечен в 14 лет. Показатели в прыжковых тестах отстают от темпов роста скоростно-силовой подготовленности мышц плечевого пояса и не изменяются в ежегодных возрастных периодах 12-16 лет. Скачкообразные проявления прироста результата в прыжках отмечены между 13-ю и 14-ю годами в группе девушек, после чего прогресс замедляется. Отсутствие явно выраженных «скачков» у девушек объясняется более ранним завершением фазы активного роста мышц. Дальнейшая подготовка лыжников старше 15 лет и лыжниц старше 14 лет должна отличаться акцентом на реализацию эффективности скоростно-силовых способностей в соревновательных упражнениях. Для реализации накопленного потенциала требуется специфическая скоростно-силовая направленность, которая будет эффективна в соревновательном упражнении.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленькова, С.А. Библиометрический анализ отечественных и зарубежных публикаций, отражающих вопросы подготовки спортсменов в лыжных гонках / С.А. Ленькова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 2(32). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_02_38.
2. Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes / G. Naughton, N.J. Farpour-Lambert, J. Carlson [et al.] // Sports Med. – 2000. – No. 5. – Vol. 30. – P. 309-325. URL: https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200030050-00001 (дата обращения: 10.08.2025).
3. Armstrong, N. Young people and physical activity / N. Armstrong, J. Welsman. – Oxford [etc.]: Oxford univ. press, 1997. – 369 p.
4. Stöggl, R. Motor abilities and anthropometrics in youth cross-country skiing / R. Stöggl, E. Müller, T. Stöggl // Scand J Med Sci Sports. – 2015. – No. 1. – Vol. 25. – P. 70-81. DOI: 10.1111/sms.12254.
5. Stöggl, R. Technique and maximal skiing speed for youth cross-country skiing performance / R.

Stöggl, E. Müller, T. Stöggl // Frontiers in Sports and Active Living. – 2023. – Vol. 3. URL: https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2023.1133777 (дата обращения: 10.08.2025).
6. Constructing a Talent Identification Index System and Evaluation Model for Cross-Country Skiers / X. Huang, G. Wang, C. Chen [et al.]// J Sports Sci. – 2021. – No. 4. – Vol. 39. DOI: 10.1080/02640414.2020.1823084.
7. Stöggl, T.A. Systematic Review of the Effects of Strength and Power Training on Performance in Cross-Country Skiers / T.A. Stöggl, H.C. Holmberg // J Sports Sci Med. – 2022. – No. 4. – Vol. 21. – URL: https://www.jssm.org/jssm-21-555.xml%3E Fulltext (дата обращения: 10.08.2025).
8. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю.В. Верхошанский. – М.: Советский спорт, 2022. – 216 с.
9. Жиляков, А.А. Особенности скоростно-силовой подготовки и построение микроциклов тренировки квалифицированных лыжников-двоеборцев: автореф. дис…канд. пед. наук / Жиляков Анатолий Афанасьевич. – М., 1996. – 26 с.
10. Реуцкая, Е.А. Возрастные особенности формирования скоростно-силовых способностей и выносливости мышц плечевого пояса юных биатлонистов и лыжников / Е.А. Реуцкая // Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы конгресса, Тбилиси, 25-28 октября 2018 года. – Тбилиси, 2018. – С. 557-561.
11. Реуцкая, Е.А. Оценка скоростно-силовых возможностей лыжников-гонщиков в тренировочном процессе / Е.А. Реуцкая, П.Ю. Пенягин // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7. – № 4. – С. 58-65. DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-4-58-65.
12. Реуцкая, Е.А. Оценка скоростно-силовых возможностей мышц плечевого пояса юных биатлонистов / Е.А. Реуцкая, В.Н. Попков // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 1(167). – С. 247-250.
13. Листопад, И.В. Анализ показателей скоростно-силовой подготовленности лыжников-гонщиков 14-22 лет / И.В. Листопад // Прикладная спортивная наука. – 2018. – № 2. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pokazateley-skorostno-silovoy-podgotovlennosti-lyzhnikov-gonschikov-14-22-let (дата обращения: 31.01.2025).
14. Грушин, А.А. Справочник тестов по оценке различных сторон подготовленности спортсменов / А. А. Грушин [и др.]. – М.: Спорт, 2020. – 192 с.
15. Попов, Д.В. Физиологические основы оценка аэробных возможностей и подбора тренировочных нагрузок в лыжном спорте и биатлоне / Д.В. Попов, А.А. Грушин, О.Л. Виноградова. – М.: Советский спорт, 2014. – 78 с.
16. Крючков, А.С. Интерпретация подходов к определению понятия «реализационная эффективность спортсмена» в видах спорта на выносливость / А.С. Крючков, Е.Б. Мякинченко // Теория и Практика физической культуры. – 2020. – № 8. – С. 11-13.

REFERENCES

1. Lenkova S.A. Bibliometric analysis of domestic and foreign publications reflecting the issues of training athletes in cross-country skiing. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 2(32). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_02_38. (in Russ.)
2. Naughton G., Farpour-Lambert N.J., Carlson J., Bradney M., Van Praagh E. Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Med*, 2000, vol. 30, no. 5, pp. 309-325. Available at: https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200030050-00001 (accessed 08.10.2025).
3. Armstrong N., Welsman J. Young people and physical activity. Oxford: Oxford univ. press, 1997. 369 p.
4. Stöggl R., Müller E., Stöggl T. Motor abilities and anthropometrics in youth cross-country skiing. *Scand J Med Sci Sports*, 2015, vol. 25, no. 1, pp. 70-81. DOI: 10.1111/sms.12254.
5. Stöggl R., Müller E., Stöggl T. Technique and maximum skiing speed for youth cross-country skiing performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2023, vol. 3. Available at: https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2023.1133777 (accessed 08.10.2025).
6. Huang X., Wang G., Chen C. et al. Constructing a Talent Identification Index System and Evaluation Model for Cross-Country Skiers. *J Sports Sci*, 2021, no.4, vol.39. DOI:10.1080/02640414.2020.1823084
7. Stöggl T.A., Holmberg H.C. Systematic Review of the Effects of Strength and Power Training on Performance in Cross-Country Skiers. *J Sports Sci Med*, 2022, no. 4, vol. 21. URL: https://www.jssm.org/jssm-21-555.xml%3EFulltext (accessed 10.08.2025).
8. Verkhoshanskj Yu.V. Fundamentals of special strength training in sports. Moscow: Sovetskij Sport, 2022. 216 p. (in Russ.)
9. Zhilyakov A.A. Features of speed-strength training and construction of training microcycles for qualified Nordic combined skiers: an author's abstract. Moscow, 1996. 26 p. (in Russ.)
10. Reutskaya E.A. Age features of the formation of speed-strength abilities and endurance of the shoulder girdle muscles of young biathletes and skiers. Olympic Sport and Sport for All: congress

materials (Tbilisi, October 25-28, 2018). Tbilisi, 2018. pp. 557-561. (in Russ.)
11. Reutskaya E.A., Penyagin P.Yu. Assessment of speed-strength abilities of ski-racers in the training process. *Science and sport: current trends*, 2019, vol. 7, no. 4, pp. 58-65. DOI: 10.36028/2308-8826-2019-7-4-58-65. (in Russ.)
12. Reutskaya E.A., Popkov V.N. Evaluation of speed-strength capabilities of the shoulder girdle muscles of young biathletes. *Scientific Notes of P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 1(167), pp. 247-250. (in Russ.)
13. Listopad I.V. Analysis of speed-strength training indicators of 14-22 year old cross-country skiers. *Applied sports science*, 2018, no. 2. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-pokazateley-skorostno-silovoy-podgotovlennosti-lyzhnikov-gonschikov-14-22-let(accessed:31.01.2025).(inRuss.)
14. Grushin A.A. et al. Handbook of tests for assessing various aspects of athletes' fitness. Moscow: Sport, 2020. 192 p. (in Russ.)
15. Popov D.V., Grushin A.A., Vinogradova O.L. Physiological foundations for assessing aerobic capabilities and selecting training loads in skiing and biathlon. Moscow: Sovetskij Sport, 2014. 78 p. (in Russ.)
16. Kryuchkov A.S., Myakinchenko E.B. Interpretation of approaches to defining the concept of "implementation efficiency of an athlete" in endurance sports. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 8, pp. 11-13. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Юлия Павловна Салова – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: gtxbotdf@mail.ru, ORCID**:** 0000-0003-2002-1370.
Софья Александровна Ленькова – младший научный сотрудник научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: sophanz2015@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6986-091X.
Елена Александровна Реуцкая – кандидат биологических наук, доцент, директор научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: real73@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6279-932X.
Евгений Витальевич Щапов – младший научный сотрудник, научно-исследовательского института деятельности в экстремальных условиях, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: shchapov-ski@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4558-9392.

INFORMATION ABOUT THE AUTORS:

Yulia P. Salova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Research Institute of Activity in Extreme Conditions, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: gtxbotdf@mail.ru, ORCID**:** 0000-0003-2002-1370.
Sofia A. Lenkova – Junior Researcher of the Research Institute of Activity in Extreme Conditions, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: sophanz2015@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-6986-091X.
Elena A. Reutskaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Director of the Research Institute of Activity in Extreme Conditions, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: real73@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6279-932X.
Evgenij V. Shchapov – Junior Researcher of the Research Institute of Activity in Extreme Conditions, Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, e-mail: shchapov-ski@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4558-9392.

Для цитирования: Возрастная динамика скоростно-силовых способностей мышц нижних и верхних конечностей у лыжников и лыжниц 12-16 лет / Ю.П. Салова, С.А. Ленькова, Е.А. Реуцкая, Е.В. Щапов // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_40

For citation: Salova Yu.P., Lenkova S.A., Reutskaya E.A., Shchapov E.V. Age-related dynamics of speed-strength capabilities of the lower and upper limb muscles in 12-16-year-old cross-country skiers. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 4(34). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_04_40

СКФНКЦ ФМБА России

Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр



Контакты

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