

Дата публикации: 1.03.2021  
DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_01\_8

УДК 796.88:612.062:612.172:612.816

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И  
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ АДАПТАЦИИ  
ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ К ЗАНЯТИЯМ  
ТЯЖЕЛОАТЛЕТИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ**

Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, С.М. Абуталимова,  
Г.Н. Тер-Акопов, И.П. Сивохин  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального  
медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

**Ключевые слова:** тяжелая атлетика, адаптация, половой диморфизм, физиология силовых видов спорта, кардио-респираторная система, морфологический статус, нервно-мышечный аппарат.

**Аннотация.** Целью работы явился анализ российских и зарубежных научных работ, посвященных физиологическим и морфологическим особенностям адаптации организма спортсменов к занятиям тяжелой атлетикой. Результаты исследования показали, что в настоящее время уже накоплены достаточно обширные данные об особенностях функционирования вегетативных функций спортсменов при срочной и долговременной адаптации к занятиям тяжелой атлетикой. Имеются общие представления о работе опорно-двигательного аппарата и мышц в процессе выполнения тяжелоатлетических упражнений. Однако в связи со значительными требованиями к нервно-мышечной координации, многоплановостью и глобальным характером выполняемой тяжелоатлетом мышечной работы, необходимо более детальное изучение и структурирование работы нервно-мышечного аппарата спортсменов в процессе выполнения упражнений. В данном направлении наиболее перспективным является одновременный анализ биомеханических и физиологических параметров.

**MODERN VIEW ON PHYSIOLOGICAL AN MORPHOLOGICAL  
SPECIAL FEATURES OF THE ADAPTATION OF ORGANISM OF  
ATHLETES TO WEIGHTLIFTING EXERCISES**

Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin, S.M. Abutalimova,  
G.N. Ter-Akopov, I.P. Sivokhin  
FSBI “North Caucasian Federal Scientific and Clinical Center of the  
FMBA”, Essentuki, Russia

**Key words:** weightlifting, adaptation, sex dimorphism, physiology of power sports, cardiorespiratory system, morphological status, neuromuscular apparatus.

**Annotation.** The purpose of this research is to analyze russian and foreign scientific works dedicated to physiological and morphological special features of the adaptation of organism of athletes to weightlifting exercises. The results have shown that currently extensive data on special features of operation of vegetative functions of athletes during urgent and long-lasting adaptation to weightlifting exercises was collected. There is general representation on the work of musculoskeletal system and muscles in the process of performing weightlifting exercises. However, with regard to substantial requirements to neuromuscular coordination, versatility and global nature of muscular work performed by an athlete, there is a need for a detailed examination and structuring the work of neuromuscular apparatus of athletes during performance of exercises. A simultaneous analysis of biomechanical and physiological parameters has the most potential in this direction.

**Введение.** Тяжелая атлетика – это динамичный силовой и скоростно-силовой вид спорта, в котором на соревнованиях выполняются два многоплановых подъема штанги, задействующих весь опорно-двигательный аппарат организма человека: рывок и толчок [1-4]. По данным литературы, во время выполнения соревновательных упражнений тяжелоатлеты достигают самых высоких значений абсолютной и относительной пиковой мощности [5], что вызывает значительное напряжение всех систем организма спортсменов и представляет большой интерес ученых и практиков с точки зрения физиологии проявления максимальных возможностей организма.

Целью работы явился анализ российских и зарубежных научных работ, посвященных физиологическим и морфологическим особенностям адаптации организма спортсменов к занятиям тяжелой атлетикой.

**Методы и организация исследования.** Проводился анализ российских и зарубежных научных работ по актуальным вопросам физиологии и морфофункциональной адаптации к занятиям тяжелой атлетикой. Всего было проанализировано и представлено 35 наиболее актуальных работ.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты проведенного анализа российских и зарубежных научных работ, посвященных физиологическим и морфологическим особенностям адаптации организма спортсменов к занятиям тяжелой атлетикой, показали, что исследования в данном направлении проводятся с 1970 годов и актуальны по настоящее время. Учеными рассматриваются особенности срочной и долговременной адаптации применительно к различным системам и функциям организма, подвергающимся напряжению и/или активно задействованным в период выполнения тяжелоатлетических упражнений.

**Адаптация кардио-респираторной системы.** Занятия тяжелоатлетическим спортом вызывают долговременные структурные и функциональные адаптационные изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, однако по характеру данных изменений имеются противоречивые данные. Как правило, при рациональной организации учебно-тренировочных занятий происходящие изменения склонны относить к физиологическим, а не патологическим. Эффект экономизации деятельности сердца при занятиях тяжелой атлетикой, в которых неизменно присутствуют статические нагрузки, не наблюдается [6-10]. ЧСС в покое у женщин тяжелоатлеток составляет  $70,5 \pm 2,3$  уд/мин, у мужчин –  $68,7 \pm 1,7$  уд/мин, в сравнении с ними у женщин, не занимающихся спортом, –  $69,2 \pm 1,8$  уд/мин, а у мужчин, не занимающихся спортом, –  $61,9 \pm 1,0$  уд/мин [11].

В исследованиях различных ученых данные по артериальному давлению (АД) тяжелоатлетов значительно разнятся. В исследованиях 70-х годов прошлого века А.Н. Воробьев (1977) показывает, что АД у тяжелоатлетов в состоянии покоя соответствует норме и составляет 108/71 мм рт. ст. [12]. Примерно согласуются данные исследований А.Ф. Синякова и С.В. Степановой (1994), в которых АД у составляет 116/74 мм рт. ст. [13]. В исследованиях О.Н. Кудри (2007) установлено, что в состоянии покоя АД находится на верхней границе нормы (АДс =  $125 \pm 11$  мм рт. ст.; АДд =  $75 \pm 7$  мм рт. ст.) [14]. Н.А. Фомин с соавторами (2002) регистрировали у атлетов, развивающих скоростно-силовые качества, повышенное среднее и АДс (артериальная гипертензия 1-2-й степени) [15]. По данным зарубежных ученых [16-17], АДс у тяжелоатлетов мужчин колеблется между 115 мм рт.ст. и 153 мм рт.ст. и АДд – между 71 мм рт.ст. и 93 мм рт.ст. Эти данные АД классифицируют как «норму» или гипертонию 1-й стадии в соответствии с рекомендациями ACSM [18].

Упражнения с высокой интенсивностью повышают сопротивление периферических сосудов, тем самым стимулируя концентрическую гипертрофию левого желудочка (ЛЖ) [19-20]. Увеличение толщины стенки

миокарда возникает из-за параллельного добавления новых миофибрилл и является компенсаторной попыткой уменьшить напряжение на стенке ЛЖ и систолическое давление [20].

В ряде исследований изучалась морфология и функции желудочков сердца у квалифицированных тяжелоатлетов [16, 17, 21]. Было выявлено, что абсолютная масса ЛЖ (г) у тяжелоатлетов может быть на 13-30% больше, чем у здоровых испытуемых этого возраста [16]. Однако увеличенная масса ЛЖ, демонстрируемая штангистами, пропорциональна их общей массе тела, площади поверхности тела и/или мышечной массе тела, что все-таки указывает на физиологическую в отличие от патологической адаптации. Это важно, поскольку гипертрофия ЛЖ относится к категории независимых факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний [20].

В других исследованиях существенных различий в абсолютных или относительных показателях морфологии сердца между тяжелоатлетами и здоровыми лицами, не занимающимися спортом, не выявлено [17-22]. Следовательно, можно заключить, что тяжелая атлетика не вызывает истинного концентрического расширения левого желудочка, как это наблюдается при патологических состояниях.

Кардиореспираторная функция высококвалифицированных тяжелоатлетов мужчин, по данным максимального потребления кислорода (МПК), колеблется между 42,0 и 50,7 мл/кг/мин. В специально проведенном эксперименте по краткосрочному (8 недель) применению тяжелоатлетических упражнений у здоровых взрослых мужчин отмечено увеличение как абсолютного, так и относительного МПК на ~6-7%. [23]. Однако при длительной специальной тяжелоатлетической тренировке и ежегодной 3 летней оценке МПК у спортсменов выявили значительное снижение как абсолютного, так и относительного МПК на 4% и 11% соответственно [24].

Индекс напряжения (ИН) регуляторных систем у женщин тяжелоатлеток составляет  $140,3 \pm 28,4$  усл. ед., в сравнении у женщин, не занимающихся спортом, –  $124,0 \pm 28,3$  усл. ед. Это значительно выше по сравнению с мужчинами тяжелоатлетами –  $79,2 \pm 8,2$  усл. ед. и мужчинами, не занимающимися спортом, –  $73,7 \pm 28,9$  усл. ед., тем не менее эти значения находятся в пределах физиологической нормы [11].

Минутный объем крови (МОК) и систолический объем (СО) в покое у тяжелоатлетов мужчин равен  $6,84 \pm 0,62$  л/мин и  $98,4 \pm 8,7$  мл соответственно [12], а у мужчин, занимающихся спортом –  $7,36 \pm 0,62$  л/мин и 70 мл [25]. При выполнении тяжелоатлетических упражнений квалифицированными спортсменами МОК увеличивается вдвое до 13 л, в основном за счет увеличения ЧСС. Увеличение СО с 80 до 126 мл происходит через 20-30 с, а

МОК при этом увеличивается втрое (до 20 л) по сравнению с уровнем покоя. Это явление называют «кардиальным вариантом феномена Линдгарда», что объясняется законом Ф. Старлинга.

Тяжелоатлетические упражнения выполняются при задержке дыхания и натуживании. Состояние натуживания характеризуется повышением внутригрудного и внутрибрюшного давления при задержке дыхания, что уменьшает приток крови к сердцу.

Электрокардиограмма тяжелоатлетов в покое не отличается от показателей у лиц, не занимающихся спортом. При выполнении упражнений происходит умеренное снижение интервала ST, что связано с задержкой дыхания и натуживанием. При поднятии штанги предельного веса имеются признаки кратковременной ишемии миокарда на почве нарушения коронарного кровотока: сегмент ST смещается ниже изолиний, а зубец T становится электроотрицательным. Изменения АД, ЧСС и МОК при выполнении упражнений связаны с величиной и длительностью нагрузки [12, 26].

Непосредственно при тяжелоатлетическом подъеме штанги в результате ограничения венозного притока и изгнания остаточной крови из его полостей размеры сердца уменьшаются почти на 50%. После окончания упражнения переполняется кровью вначале правый, а затем левый желудочек, в результате адаптации к подобной нагрузке возникает гипертрофия миокарда [12], формируется гиперкинетический тип кровообращения [9, 27, 28].

Задержка дыхания и натуживание вызывают также адаптацию мозгового кровообращения [11]. В покое у тяжелоатлетов повышен тонус экстракраниальных сосудов в окципито-мастоидальном отведении, снижено периферическое сосудистое сопротивление в фронто-мастоидальном отведении левого полушария и окципито-мастоидальном отведении обоих полушарий, затруднен венозный отток в фронто-мастоидальном правого полушария и окципито-мастоидальном отведении обоих полушарий головного мозга. Задержка дыхания по отношению к состоянию покоя не вызывает изменение оттока крови и тонуса венозных сосудов головного мозга. Однако снижается тонус магистральных артерий, что позволяет сохранить должный уровень кровоснабжения головного мозга [29].

Выполнение тяжелоатлетических упражнений способствует формированию определенных особенностей периферической гемодинамики. Женщины тяжелоатлетки характеризуются частью нормальных и частью повышенных показателей периферического кровотока. В норме у них следующие показатели: периферическое сопротивление и сосудистый тонус стоп на уровне прекапилляров и венозный отток сосудов мелкого калибра.

Повышены следующие показатели: тонус венозных сосудов голени на уровне посткапилляров, объемное кровенаполнение магистральных артерий голени и стоп, скорость кровотока средних и мелких артерий голени и стоп. У мужчин повышены: периферическое сосудистое сопротивление и тонус стоп и скорость кровотока по артериям среднего и мелкого калибра, имеются признаки венозного застоя в левой стопе и затруднен венозный отток в правой стопе. У мужчин выявлена левосторонняя асимметрия кровотока нижних конечностей [30]. Такие изменения могут впоследствии иметь патологический характер. В общей выборке юношей тяжелоатлетов болезнь вен нижних конечностей у 27% и признаки поражения вен у 9% [31]. Как отмечают и другие специалисты, состояние периферической гемодинамики у женщин тяжелоатлеток более стабильно и характеризуется меньшими показателями асимметричности [32].

**Морфологический статус тяжелоатлетов.** Состав тела тяжелоатлетов аналогичен составу спортсменов сопоставимой массы тела в других силовых и скоростно-силовых видах спорта [5, 11].

Меньшая высота и длина конечностей тяжелоатлетов обеспечивают механические преимущества при подъеме тяжелых грузов за счет уменьшения механического крутящего момента и вертикального расстояния, на которое должна быть смещена штанга. Кроме того, более короткие размеры тела совпадают с большей средней площадью поперечного сечения скелетных мышц, что является преимуществом для работы в тяжелой атлетике [4].

Проведенные исследования морфологических особенностей тяжелоатлетов высокой квалификации показали половые различия в показателях веса, состава массы тела, площади поверхности тела, обхватных размерах, толщине кожно-жировых складок, диаметре и окружности грудной клетки.

Различия между женщинами тяжелоатлетками и женщинами, не занимающимися спортом, установлены по показателям веса, безжировой, мышечной и жировой масс тела, ширины плеч, поперечного диаметра и окружности грудной клетки, толщине кожно-жировых складок, обхватных размеров, индексов физического развития [11].

В работах А.Н. Воробьева показано, что наибольшие изменения при занятиях тяжелой атлетикой происходят в опорно-двигательном аппарате спортсменов. При этом отмечается увеличение поперечника диафизов трубчатых костей, а также утолщение компактного слоя у костей и мест прикрепления к ним сухожилий. Данные изменения способствуют увеличению прочности костей, что необходимо при работе с предельными и околопредельными весами. Как результат силовой тренировки происходит

гипертрофия скелетных мышц. Имеется специфический дисбаланс в развитии различных групп мышц: преимущественно развиваются мышцы-разгибатели ног, туловища, рук. У тяжелоатлетов выявляется асимметрия в развитии групп мышц, например, «скоростно-силовых возможностях» мышц-разгибателей правого и левого коленных суставов [12, 33].

Причину асимметрии ученые видят в особенности техники толчка штанги от груди в ножницы, где больше нагружается «толчковая нога». Проявления асимметрии у тяжелоатлетов высокой квалификации выявлены также и в технике выполнения рывка [34].

**Адаптация нервно-мышечного аппарата.** Данные поперечного сечения мышц предполагают, что тренировка по тяжелой атлетике индуцирует трансформацию типа волокна ПХ в ПА. Кроме того, у тяжелоатлетов наблюдается гипертрофия волокон II типа, что является преимуществом для тяжелой атлетики и способствует генерации максимальной силы.

Таким образом, изометрическая пиковая сила и скорость развития силы сокращений у штангистов на ~15-20% и ~13-16% выше, чем у других атлетов силовых и скоростно-силовых видов спорта [5]. В процессе занятий тяжелой атлетикой первоначально на увеличение силы мышц в большей степени влияют «нервные факторы», последующее долгосрочное увеличение силы, как правило, – результат мышечной гипертрофии.

Исследование электрической активности мышц с помощью поверхностной электромиографии (ЭМГ) у тяжелоатлетов непосредственно при выполнении тяжелоатлетического рывка с интенсивностью 80% от максимальной показало, что с возрастанием амплитудных и частотных характеристик ЭМГ увеличиваются сила и скорость сокращения мышц. Данные показатели сильно зависят от половых особенностей. При проявлении максимальных силовых и скоростно-силовых возможностей амплитуда ЭМГ выше у мужчин. ЭМГ женщин характеризуется высокими показателями частотных характеристик (средней, медианной и пиковой частоты), что свидетельствует о высокой частоте импульсации мотонейронов, но не приводит к таким же силовым показателям как у мужчин, из-за меньших функциональных возможностей мышц [35].

**Заключение.** Таким образом, в настоящее время уже накоплены достаточно обширные данные об особенностях вегетативных функций спортсменов при срочной и долговременной адаптации к занятиям тяжелой атлетикой. Имеются общие представления об особенностях работы опорно-двигательного аппарата и мышц. Однако в связи со значительными требованиями к нервно-мышечной координации, многоплановостью и

глобальным характером выполняемой тяжелоатлетом мышечной работы, необходимо более детальное изучение и структурирование работы нервно-мышечного аппарата спортсменов в процессе выполнения упражнений.

Поскольку тяжелая атлетика становится все более популярной в мире, необходимы дальнейшие исследования, посвященные изучению оптимальной и эффективной с точки зрения анатомии и физиологии организма человека механики движения тел и техники выполнения соревновательных упражнений рывок и толчок.

### Список литературы

- 1 Сивохин И.П. Анализ взаимосвязей результата в рывке штанги с показателями специальной физической и технической подготовленности тяжелоатлетов / И.П. Сивохин, А.И. Федоров, А.Г. Ни, Л.Н. Дон // Человек. Спорт. Медицина. – 2005. – Т. 2. – № 4. – С. 170-172.
- 2 Сивохин И.П. Анализ биомеханических факторов эффективности техники подъема штанги на грудь при выполнении классического толчка / И.П. Сивохин, В.Ф. Скотников, Я.В. Прикладов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 110-114.
- 3 Дворкин Л.С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов / Л.С. Дворкин // М.: Советский спорт. – 2005. – 600 с.
- 4 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // Sports medicine. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.
- 5 Ploutz-Snyder L. Age, body mass, and gender as predictors of masters Olympic weightlifting performance / L. Ploutz-Snyder // Medicine and Science in Sports & Exercise. – 2003. – Vol. 35. – № 7. – P. 1216-1224.
- 6 Белоцерковский З.Б. Сердечно-сосудистая система при статических физических нагрузках / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Ю.А. Борисова // Сборник трудов ученых РГАФК за 1999 год. – М. – 1999. – С. 7-9.
- 7 Белоцерковский З.Б. Адаптация спортсменов к выполнению специфических статических нагрузок / З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Н.Г. Кочина // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 7. – С. 46-48.
- 8 Городниченко Э.А. Общие закономерности возрастно-половых адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы при статических нагрузках / Э.А. Городниченко // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 5. – С. 90-91.
- 9 Гарганеева Н.П. Адаптационные возможности спортсменов с признаками дисплазии соединительной ткани сердца в зависимости от типа кровообращения, уровня физической работоспособности и спортивной специализации / Н.П. Гарганеева, И.Ф. Таминова, И.Н. Ворожцова, Н.В.



Корнева // Кубанский научный медицинский вестник. – 2009. – № 6 (111). – С. 30-34.

10 Кужугет А.А. Функциональные особенности внешнего дыхания и кровообращения у спортсменов в зависимости от квалификации / А.А. Кужугет, В.Б. Рубанович, А.М. Михайлов // Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы физической культуры, спорта и туризма: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. – 2010. – С. 160-164.

11 Замчий Т.П. Морфофункциональные аспекты адаптации к силовым видам спорта / Т.П. Замчий, Ю.В. Корягина // Издательство Сибирского государственного университета физической культуры и спорта. – 2012. – 156 с.

12 Воробьев А.Н. Тяжелоатлетический спорт: очерки по физиологии и спортивной тренировке / А.Н. Воробьев // М.: Физкультура и спорт. – 1977. – 255 с.

13 Синяков А.Ф. Реакция на натуживание у тяжелоатлетов по данным измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений / А.Ф. Синяков, С.В. Степанова // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов: сб. посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана РГАФК. – М. – 1994. – С. 79-82.

14 Кудря О.Н. Влияние физических нагрузок разной направленности на вариабельность ритма сердца у спортсменов / О.Н. Кудря // Бюллетень сибирской медицины. – 2009. – Т. 8. – № 1. – С. 36-43.

15 Фомин Н.А., Дятлова Н.Н. Морфофункциональные предпосылки возрастных изменений кардио- и гемодинамики при занятиях спортом / Н.А. Фомин, Н.Н. Дятлова // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 2. – С. 21-26.

16 Adler Y. Left ventricular diastolic function in trained male weightlifters at rest and during isometric exercise / Y. Adler, E.Z. Fisman, N. Koren-Morag, D. Tanne, et al. // The American journal of cardiology. – 2008. – Vol. 102. – № 1. – P. 97-101.

17 Lalande S. Left ventricular mass in elite Olympic weight lifters / S. Lalande, J.C. Baldi // The American journal of cardiology. – 2007. – Vol. 100. – № 7. – P. 1177-1180.

18 Armstrong L. Pre-exercise evaluations. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / L. Armstrong, G.J. Balady, M.L. Berry // 7th ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins. – 2006. – P. 39-54.

19 Haykowsky M.J. Resistance training and cardiac hypertrophy / M.J. Haykowsky, R. Dressendorfer, D. Taylor, S. Mandic, et al. // Sports Medicine. – 2002. – Vol. 32. – № 13. – P. 837-849.

20 Richey P., Brown S.P. Pathological versus physiological left ventricular hypertrophy: a review / P. Richey, S.P. Brown // Journal of sports sciences. – 1998. – Vol. 16. – № 2. – P. 129-141.

21 Pluim B.M. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function / B.M. Pluim, A.H. Zwinderman, A. van der Laarse, E.E. van der Wall // Circulation. – 2000. – Vol. 101. – № 3. – P. 336-344.

22 George K.P. Echocardiographic evidence of concentric left ventricular enlargement in female weight lifters / K.P. George, A.M. Batterham, B. Jones // European journal of applied physiology and occupational physiology. – 1998. – Vol. 79. – № 1. – P. 88-92.

23 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // Sports medicine. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.

24 Nakao M. Longitudinal study of the effect of high intensity weight training on aerobic capacity / M. Nakao, Y. Inoue, H. Murakami // European journal of applied physiology and occupational physiology. – 1995. – Vol. 70. – № 1. – P. 20-25.

25 Коц Я.М. Физиология выносливости / Я.М. Коц // М: ГЦОЛИФК. – 1985. – 65 с.

26 Верхошанский Ю.В. Некоторые закономерности долговременной адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам / Ю.В. Верхошанский, А.А. Виру // Физиология человека. – 1987. – Т. 13. – № 5. – С. 811-818.

27 Дембо А.Г. Спортивная кардиология / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский // Л.: Медицина. – 1989. – 138 с.

28 Таминова И.Ф. Диагностика ранних маркеров состояния дезадаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам у спортсменов на этапах подготовки к соревнованиям / И.Ф. Таминова, Н.П. Гарганеева, И.Н. Ворожцова // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010. – № 8 (122). – С. 46-50.

29 Замчий Т.П. Морфологические, функциональные и психологические особенности спортсменов и спортсменок силовых видов спорта с позиции полового диморфизма / Т.П. Замчий, Ю.В. Корягина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 7 (91). – С. 18-26.

30 Замчий Т.П. Особенности региональной гемодинамики спортсменов, развивающих выносливость, силу и силовую выносливость / Т.П. Замчий,

Ю.П. Салова, Ю.В. Корягина // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 7 (103). – С. 23-27.

31 Браун Н.А. Эпидемиологическая характеристика нарушений венозного кровообращения у спортсменов ситуационных видов спорта / Н.А. Браун, Калинина И.Н. // Вестник ЮУрГУ. – 2006. – № 3. – С. 18-21.

32 Санталова С.В. Роль спортивной тренировки в формировании уровня физической работоспособности беременных женщин / С.В. Санталова, А.Е. Барченко, Ю.В. Болякина, С.Н. Черкасов // «Современный мир, природа и человек», Сборник научных трудов. – 2009. – Т. 1. – № 2. – С. 64-65.

33 Воробьев А.Н. Физиологические и гигиенические особенности занятий тяжелой атлетикой / А.Н. Воробьев // Тяжелая атлетика: учеб. для инт-в физ. культ. под ред. А.Н. Воробьева. – М: Физкультура и спорт. – 1988. – С. 197-236.

34 Хасин Л.А. Биомеханический анализ микроструктуры тяжелоатлетических упражнений: биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. Министерство спорта Российской Федерации; Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма; Московская государственная академия физической культуры. / Хасин Л.А. // Малаховка. – 2016. – С. 204-210.

35 Абуталимова С.М. Сравнительный анализ показателей поверхностной электромиографии у спортсменов тяжелоатлетов мужского и женского пола во время выполнения тяжелоатлетического рывка / С.М. Абуталимова, Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Современные вопросы биомедицины. 2020. – Т. 4. – № 4 (13). – С. 54-62.

### References

1 Sivokhin I.P. Analysis of the relationship between the result in the barbell snatch with the indicators of special physical and technical readiness of weightlifters / I.P. Sivokhin, A.I. Fedorov, A.G. Nee, L.N. Don // Human. Sport. Medicine. – 2005. – Vol. 2. – № 4. – P. 170-172.

2 Sivokhin I.P. Analysis of biomechanical factors of the effectiveness of the technique of lifting the barbell to the chest when performing the classic clean and jerk/ I.P. Sivokhin, V.F. Skotnikov, Ya. V. Prikladov // Science and Sport: Modern Trends. – 2015. – Vol. 7. – № 2. – P. 110-114.

3 Dvorkin L.S. Weightlifting: a textbook for universities / L.S. Dvorkin // M.: Soviet Sport. – 2005. – 600 p.

4 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // Sports medicine. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.

5 Ploutz-Snyder L. Age, body mass, and gender as predictors of masters Olympic weightlifting performance / L. Ploutz-Snyder // *Medicine and Science in Sports & Exercise*. - 2003. – Vol. 35. – № 7. – P. 1216-1224.

6 Belotserkovskij Z.B. Cardiovascular system during static physical activity / Z.B. Belotserkovskij, B.G. Lyubin, Yu.A. Borisova // *Collection of works of RSAPC scientists for 1999*. – M. – 1999. – P. 7-9.

7 Belotserkovskij Z.B. Adaptation of athletes to specific static loads / Z.B. Belotserkovsky, B.G. Lyubin, N.G. Kochin // *Theory and Practice of Physical Culture*. – 2000. – № 7. – P. 46-48.

8 Gorodnichenko E.A. General patterns of age-sex adaptive reactions of the cardiovascular system during static loads / E.A. Gorodnichenko // *Success of Modern Natural Science*. – 2008. – № 5. – P. 90-91.

9 Garganeeva N.P. Adaptation capabilities of athletes with signs of dysplasia of the connective tissue of the heart, depending on the type of blood circulation, the level of physical performance and sports specialization / N.P. Garganeeva, I.F. Taminova, I.N. Vorozhtsova, N.V. Korneva // *Kuban Scientific Medical Bulletin*. – 2009. – № 6 (111). – P. 30-34.

10 Kuzhuget A.A. Functional features of external respiration and blood circulation in athletes depending on qualifications / A.A. Kuzhuget, V.B. Rubanovich, A.M. Mikhailov // *Psychological-pedagogical and Medico-biological Issues of Physical Culture, Sports and Tourism: materials of the II All-Russian scientific-practical conference, Chelyabinsk: SUSU Publishing Center*. – 2010. – P. 160-164.

11 Zamchij T.P. Morphofunctional aspects of adaptation to power sports / T.P. Zamchij, Yu.V. Koryagina // *Publishing House of the Siberian State University of Physical Culture and Sports*. – 2012. – 156 p.

12 Vorob'ev A.N. Weightlifting sport: essays on physiology and sports training / A.N. Vorob'ev // *M.: Physical Culture and Sport*. – 1977. – 255 p.

13 Sinyakov A.F. Reaction to straining in weightlifters according to the measurement of blood pressure and heart rate / A.F. Sinyakov, S.V. Stepanova // *Clinical and Physiological Characteristics of the Cardiovascular System in Athletes: collection of articles dedicated to the 25th anniversary of the V.L. Karpman Department of Sports Medicine of the RSAPC*. – M. – 1994. – P. 79-82.

14 Kudrya O.N. Influence of physical loads of various types on heart rhythm variability in athletes / O.N. Kudrya // *Bulletin of Siberian Medicine*. – 2009. – Vol. 8. – № 1. – P. 36-43.

15 Fomin N.A. Morphofunctional prerequisites for age-related changes in cardio- and hemodynamics during sports / N.A. Fomin, N.N. Dyatlova // *Theory and Practice of Physical Culture*. – 2002. – № 2. – P. 21-26.

16 Adler Y. Left ventricular diastolic function in trained male weightlifters at rest and during isometric exercise / Y. Adler, E.Z. Fisman, N. Koren-Morag, D. Tanne, et al. // *The American journal of cardiology*. – 2008. – Vol. 102. – № 1. – P. 97-101.

17 Lalande S. Left ventricular mass in elite Olympic weight lifters / S. Lalande, J.C. Baldi // *The American journal of cardiology*. – 2007. – Vol. 100. – № 7. – P. 1177-1180.

18 Armstrong L. Pre-exercise evaluations. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / L. Armstrong, G.J. Balady, M.L. Berry // 7th ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins. – 2006. – P. 39-54.

19 Haykowsky M.J. Resistance training and cardiac hypertrophy / M.J. Haykowsky, R. Dressendorfer, D. Taylor, S. Mandic, et al. // *Sports Medicine*. – 2002. – Vol. 32. – № 13. – P. 837-849.

20 Richey P., Brown S.P. Pathological versus physiological left ventricular hypertrophy: a review / P. Richey, S.P. Brown // *Journal of sports sciences*. – 1998. – Vol. 16. – № 2. – P. 129-141.

21 Pluim B.M. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function / B.M. Pluim, A.H. Zwinderman, A. van der Laarse, E.E. van der Wall // *Circulation*. – 2000. – Vol. 101. – № 3. – P. 336-344.

22 George K.P. Echocardiographic evidence of concentric left ventricular enlargement in female weight lifters / K.P. George, A.M. Batterham, B. Jones // *European journal of applied physiology and occupational physiology*. – 1998. – Vol. 79. – № 1. – P. 88-92.

23 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // *Sports medicine*. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.

24 Nakao M. Longitudinal study of the effect of high intensity weight training on aerobic capacity / M. Nakao, Y. Inoue, H. Murakami // *European journal of applied physiology and occupational physiology*. – 1995. – Vol. 70. – № 1. – P. 20-25.

25 Kots Ya.M. Physiology of endurance / Ya.M. Kots // M: RSUPCSYT. – 1985. – 65 p.

26 Verkhoshansky Yu.V. Some patterns of long-term adaptation of the organism of athletes to physical loads / Yu.V. Verkhoshansky, A.A. Viru // *Human Physiology*. – 1987. – Vol. 13. – № 5. – P. 811-818.

27 Dembo A.G. Sports cardiology / A.G. Dembo, E.V. Zemtsovsky // L.: Medicine. – 1989. – 138 p.

28 Taminova I.F. Diagnostics of early markers of the state of maladjustment of the cardiovascular system to loads in athletes at the stages of preparation for

competitions / I.F. Taminova, N.P. Garganeeva, I.N. Vorozhtsova // *Kuban Scientific Medical Bulletin*. – 2010. – № 8 (122). – P. 46-50.

29 Zamchij T.P. Morphological, functional and psychological characteristics of male and female athletes of power sports from the position of sex dimorphism / T.P. Zamchij, Yu.V. Koryagina // *Physiotherapy and sports medicine*. – 2011. – № 7 (91). – P. 18-26.

30 Zamchij T.P. Features of regional hemodynamics of athletes developing endurance, strength and power endurance / T.P. Zamchij, Yu.P. Salova, Yu.V. Koryagina // *Physiotherapy and sports medicine*. – 2012. – № 7 (103). – P. 23-27.

31 Brown N.A. Epidemiological characteristics of venous circulation disorders in athletes of situational sports / N.A. Brown, I.N. Kalinina // *Bulletin of SUSU*. – 2006. – № 3. – P. 18-21.

32 Santalova S.V. The role of sports training in the formation of the level of physical working capacity of pregnant women / S.V. Santalova, A.E. Barchenko, Yu.V. Bolyakina, S.N. Cherkasov // "Modern World, Nature and Man", Collection of scientific papers. – 2009. – Vol. 1. – № 2. – P. 64-65.

33 Vorob'ev A.N. Physiological and hygienic features of weightlifting / A.N. Vorob'ev // *Weightlifting: textbook. for institutions of physical. cult. ed. by A.N. Vorob'ev*. – M: Physical culture and sports. – 1988. – P. 197-236.

34 Khasin L.A. Biomechanical analysis of the microstructure of weightlifting exercises: biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports. Ministry of Sports of the Russian Federation; Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism; Moscow State Academy of Physical Culture. / Khasin L.A. // *Malakhovka*. – 2016. – P. 204-210.

35 Abutalimova S.M. Comparative analysis of indicators of surface electromyography in male and female weightlifters during the weightlifting snatch / S.M. Abutalimova, Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin // *Modern Issues of Biomedicine*. 2020. – Vol. 4. – № 4 (13). – P. 54-62.

### **Spisok literaturey**

1 Sivokhin I.P. Analiz vzaimosvyazej rezul'tata v ryvke shtangi s pokazatelyami special'noj fizicheskoy i tekhnicheskoy podgotovlennosti tyazheloatletov / I.P. Sivohin, A.I. Fedorov, A.G. Ni, L.N. Don // *Chelovek. Sport. Meditsina*. – 2005. – T. 2. – № 4. – S. 170-172.

2 Sivokhin I.P. Analiz biomekhanicheskikh faktorov effektivnosti tekhniki pod'ema shtangi na grud' pri vypolnenii klassicheskogo tolchka / I.P. Sivohin, V.F. Skotnikov, YA.V. Prikladov // *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii*. – 2015. – T. 7. – № 2. – S. 110-114.

3 Dvorkin L.S. Tyazhelaya atletika: uchebnik dlya vuzov / L.S. Dvorkin // M.: Sovetskij sport. – 2005. – 600 s.

4 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // Sports medicine. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.

5 Ploutz-Snyder L. Age, body mass, and gender as predictors of masters Olympic weightlifting performance / L. Ploutz-Snyder // Medicine and Science in Sports & Exercise. – 2003. – Vol. 35. – № 7. – P. 1216-1224.

6 Belotserkovskij Z.B. Serdechno-sosudistaya sistema pri staticheskikh fizicheskikh nagruzkakh / Z.B. Belotserkovskij, B.G. Lyubina, Yu.A. Borisova // Sbornik trudov uchenyh RGAFK za 1999 god. – M. – 1999. – S. 7-9.

7 Belotserkovskij Z.B. Adaptaciya sportsmenov k vypolneniyu specificheskikh staticheskih nagruzk / Z.B. Belotserkovskij, B.G. Lyubina, N.G. Kochina // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2000. – № 7. – S. 46-48.

8 Gorodnichenko E.A. Obschie zakonomernosti vozrastno-polovykh adaptacionnykh reaktsij serdechno-sosudistoj sistemy pri staticheskikh nagruzkakh / E.A. Gorodnichenko // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2008. – № 5. – S. 90-91.

9 Garganeeva N.P. Adaptatsionnye vozmozhnosti sportsmenov s priznakami displazii soedinitel'noj tkani serdtsa v zavisimosti ot tipa krovoobrashcheniya, urovnya fizicheskoy rabotosposobnosti i sportivnoj specializatsii / N.P. Garganeeva, I.F. Taminova, I.N. Vorozhova, N.V. Korneva // Kubanskij nauchnyj meditsinskij vestnik. – 2009. – № 6 (111). – S. 30-34.

10 Kuzhuget A.A. Funkcional'nye osobennosti vneshnego dykhaniya i krovoobrashcheniya u sportsmenov v zavisimosti ot kvalifikatsii / A.A. Kuzhuget, V.B. Rubanovich, A.M. Mikhajlov // Psikhologo-pedagogicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury, sporta i turizma: materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, Chelyabinsk: Izdatel'skij centr YUUrGU. – 2010. – S. 160-164.

11 Zamchij T.P. Morfofunktsional'nye aspekty adaptatsii k silovym vidam sporta / T.P. Zamchij, Yu.V. Koryagina // Izdatel'stvo Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta fizicheskoy kul'tury i sporta. – 2012. – 156 s.

12 Vorob'ev A.N. Tyazheloatleticheskij sport: ocherki po fiziologii i sportivnoj trenirovke / A.N. Vorob'ev // M.: Fizkul'tura i sport. – 1977. – 255 s.

13 Sinyakov A.F. Reaktsiya na natuzhivanie u tyazheloatletov po dannym izmereniya arterial'nogo davleniya i chastoty serdechnykh sokrashchenij / A.F. Sinyakov, S.V. Stepanova // Kliniko-fiziologicheskie kharakteristiki serdechno-sosudistoj sistemy u sportsmenov: sb. posvyashch. dvadcatipyatiletiyu kaf. sport. meditsiny im. prof. V.L. Karpmana RGAFK. – M. – 1994. – S. 79-82.

14 Kudrya O.N. Vliyanie fizicheskikh nagruzok raznoj napravlenosti na variabel'nost' ritma serdtsa u sportsmenov / O.N. Kudrya // Byulleten' sibirskoj meditsiny. – 2009. – T. 8. – № 1. – S. 36-43.

15 Fomin N.A. Morfofunktsional'nye predposylki vozrastnykh izmenenij kardio- i gemodinamiki pri zanyatiyakh sportom / N.A. Fomin, N.N. Dyatlova // Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. – 2002. – № 2. – S. 21-26.

16 Adler Y. Left ventricular diastolic function in trained male weightlifters at rest and during isometric exercise / Y. Adler, E.Z. Fisman, N. Koren-Morag, D. Tanne, et al. // The American journal of cardiology. – 2008. – Vol. 102. – № 1. – P. 97-101.

17 Lalande S. Left ventricular mass in elite Olympic weight lifters / S. Lalande, J.C. Baldi // The American journal of cardiology. – 2007. – Vol. 100. – № 7. – P. 1177-1180.

18 Armstrong L. Pre-exercise evaluations. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / L. Armstrong, G.J. Balady, M.L. Berry // 7th ed. Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins. – 2006. – P. 39-54.

19 Haykowsky M.J. Resistance training and cardiac hypertrophy / M.J. Haykowsky, R. Dressendorfer, D. Taylor, S. Mandic, et al. // Sports Medicine. – 2002. – Vol. 32. – № 13. – P. 837-849.

20 Richey P. Pathological versus physiological left ventricular hypertrophy: a review / P. Richey, S.P. Brown // Journal of sports sciences. – 1998. – Vol. 16. – № 2. – P. 129-141.

21 Pluim B.M. The athlete's heart: a meta-analysis of cardiac structure and function / B.M. Pluim, A.H. Zwinderman, A. van der Laarse, E.E. van der Wall // Circulation. – 2000. – Vol. 101. – № 3. – P. 336-344.

22 George K.P. Echocardiographic evidence of concentric left ventricular enlargement in female weight lifters / K.P. George, A.M. Batterham, B. Jones // European journal of applied physiology and occupational physiology. – 1998. – Vol. 79. – № 1. – P. 88-92.

23 Storey A. Unique aspects of competitive weightlifting / A. Storey, H.K. Smith // Sports medicine. – 2012. – Vol. 42. – № 9. – P. 769-790.

24 Nakao M. Longitudinal study of the effect of high intensity weight training on aerobic capacity / M. Nakao, Y. Inoue, H. Murakami // European journal of applied physiology and occupational physiology. – 1995. – Vol. 70. – № 1. – P. 20-25.

25 Kots Ya.M. Fiziologiya vynoslivosti / Ya.M. Kots // M: GCOLIFK. – 1985. – 65 s.



26 Verkhoshanskij Yu.V. Nekotorye zakonomernosti dolgovremennoj adaptatsii organizma sportsmenov k fizicheskim nagruzkam / Yu.V. Verhoshanskij, A.A. Viru // Fiziologiya cheloveka. – 1987. – T. 13. – № 5. – S. 811-818.

27 Dembo A.G. Sportivnaya kardiologiya / A.G. Dembo, E.V. Zemcovskij // L.: Meditsina. – 1989. – 138 s.

28 Taminova I.F. Diagnostika rannikh markerov sostoyaniya dezadaptatsii serdechno-sosudistoj sistemy k nagruzkam u sportsmenov na etapakh podgotovki k sorevnovaniyam / I.F. Taminova, N.P. Garganeeva, I.N. Vorozhova // Kubanskij nauchnyj meditsinskij vestnik. – 2010. – № 8 (122). – S. 46-50.

29 Zamchij T.P. Morfologicheskie, funkcional'nye i psikhologicheskie osobennosti sportsmenov i sportsmenok silovykh vidov sporta s pozitsii polovogo dimorfizma / T.P. Zamchij, Yu.V. Koryagina // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina. – 2011. – № 7 (91). – S. 18-26.

30 Zamchij T.P. Osobennosti regional'noj gemodinamiki sportsmenov, razvivayushchih vynoslivost', silu i silovuyu vynoslivost' / T.P. Zamchij, Yu.P. Salova, Yu.V. Koryagina // Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina. – 2012. – № 7 (103). – S. 23-27.

31 Braun N.A. Epidemiologicheskaya harakteristika narushenij venoznogo krovoobrashcheniya u sportsmenov situacionnyh vidov sporta / N.A. Braun, Kalinina I.N. // Vestnik YUUrGU. – 2006. – № 3. – S. 18-21.

32 Santalova S.V. Rol' sportivnoj trenirovki v formirovanii urovnya fizicheskoy rabotosposobnosti beremennykh zhenshchin / S.V. Santalova, A.E. Barchenko, Yu.V. Bolyakina, S.N. Cherkasov // «Sovremennyy mir, priroda i chelovek», Sbornik nauchnyh trudov. – 2009. – T. 1. – № 2. – S. 64-65.

33 Vorob'ev A.N. Fiziologicheskie i gigienicheskie osobennosti zanyatij tyazheloy atletikoj / A.N. Vorob'ev // Tyazhelaya atletika: ucheb. dlya int-v fiz. kul't. pod red. A.N. Vorob'eva. – M: Fizkul'tura i sport. – 1988. – S. 197-236.

34 Hasin L.A. Biomekhanicheskij analiz mikrostruktury tyazheloatleticheskikh uprazhnenij: biomekhanika dvigatel'nyh dejstvij i biomekhanicheskij kontrol' v sporte. Ministerstvo sporta Rossijskoj Federacii; Rossijskij gosudarstvennyj universitet fizicheskoy kul'tury, sporta, molodezhi i turizma; Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya fizicheskoy kul'tury. / Hasin L.A. // Malahovka. – 2016. – S. 204-210.

35 Abutalimova S.M. Sravnitel'nyj analiz pokazatelej poverkhnostnoj elektromiografii u sportsmenov tyazheloatletov muzhskogo i zhenskogo pola vo vremya vypolneniya tyazheloatleticheskogo ryvka / S.M. Abutalimova, Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin // Sovremennye voprosy biomeditsiny. – 2020. – T. 4. – № 4 (13). – S. 54-62.

**Сведения об авторах:** **Юлия Владиславовна Корягина** – д-р биол. наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru); **Сергей Викторович Нопин** – канд. тех. наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки, e-mail: [work800@yandex.ru](mailto:work800@yandex.ru); **Сабина Маликовна Абуталимова** – научный сотрудник ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru); **Гукас Николаевич Тер-Акопов** – канд. экон. наук, генеральный директор ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Эссентуки; **Сивохин Иван Павлович** - доктор педагогических наук, начальник научно-образовательного центра по проблемам физического воспитания и спортивной тренировки Костанайского государственного института, Костанай, Казахстан, e-mail: [sivokhin\\_i\\_57@mail.ru](mailto:sivokhin_i_57@mail.ru).

**Information about the authors:** **Yulia Vladislavovna Koryagina** – Doctor of Biological Sciences, Professor, the head of biomedical technologies center of the FSBI “NCFSCC of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [nauka@skfmba.ru](mailto:nauka@skfmba.ru); **Sergej Viktorovich Nopin** – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of the biomedical technologies center of the FSBI “NCFSCC of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [work800@yandex.ru](mailto:work800@yandex.ru); **Sabina Malikovna Abutalimova** – Researcher of the FSBI “NCFSCC of the FMBA of Russia”, Essentuki, e-mail: [sabina190989@yandex.ru](mailto:sabina190989@yandex.ru); **Gukas Nikolaevich Ter-Akopov** – Candidate of Economical Sciences, General Director of the FSBI “NCFSCC of the FMBA of Russia”, Essentuki, **Sivokhin Ivan Pavlovich** - Doctor of Pedagogical Sciences, Head of the Scientific and Educational Center on the Issues of Physical Education and Sports Training of the Kostanay State University, Kostanay, Kazakhstan, e-mail: [sivokhin\\_i\\_57@mail.ru](mailto:sivokhin_i_57@mail.ru).