

THE ROLE OF BIOCHEMICAL MARKERS IN THE ADAPTATION OF WEIGHTLIFTERS TO PHYSICAL EXERCISE

T.A. Sheshurina¹, mitralis@list.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1221-2396>
T.G. Nevzorova^{1,2}, nevz-tatyana@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3043-5144>
M.Yu. Korkmazov³, Korkmazov74@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8642-0166>
A.A. Krivopalov^{4,5}, Krivopalov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6047-4924>
A.Kh. Talibov¹, t.abset@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2005-1609>

¹ Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

³ South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

⁴ St. Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, St. Petersburg, Russia

⁵ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Abstract. Aim. The objective of this study was to enhance the athletic performance of highly skilled weightlifters by evaluating key biochemical markers in their blood. This approach aims to adjust adaptive reserves during the pre-competitive phase of training and identify the impact of sex on these markers. **Materials and methods.** From August to November 2023, 20 weightlifters underwent comprehensive medical examinations in the pre-competitive phase of training, including detailed assessments of their blood serum parameters such as total protein, creatinine, urea, uric acid, liver function tests (liver transaminases, serum bilirubin, alkaline phosphatase), creatine phosphokinase, glucose, cholesterol, and triglycerides. These analyses were conducted using advanced laboratory equipment and diagnostic systems (clinical chemistry analyzer Furuno CA-270, DiaSys diagnostic systems). **Results.** Our findings reveal significant variations in biochemical markers among athletes, particularly those not adhering to optimal training and dietary practices. Athletes following a structured training regimen, with balanced diets, exhibited normal biochemical marker levels, indicating effective adaptation to physical activity. **Conclusion.** This study underscores the critical role of monitoring these markers throughout the training cycle to prevent under-recovery and overtraining, thereby enhancing athletic performance and health.

Keywords: weightlifting, athletic skills, athletic performance, training process, biochemical markers

For citation: Sheshurina T.A., Nevzorova T.G., Korkmazov M.Yu., Krivopalov A.A., Talibov A.Kh. The role of biochemical markers in the adaptation of weightlifters to physical exercise. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(2): 23–32. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240203

Введение. В последние годы особое внимание уделяется одной из важных проблем спорта высоких достижений – способам оценки спортивной работоспособности спортсменов высокой квалификации. Интенсивные физические нагрузки приводят к мобилизации энергетических ресурсов за счёт основных процессов: анаэробного алактатного, анаэробного гликолитического и аэробного энергообеспечения. Рационально подобранный тренировочный режим позволяет сохранить физиологический гомеостаз [12].

Возможности энергообеспечения определяются скоростью процессов ресинтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и содержанием субстратов. Основные биохимические показатели крови позволяют оценить адаптационные возможности организма в ответ на

физическую нагрузку, степень интенсивности обменных процессов под влиянием тренировок и своевременно выявить нарушения у тяжелоатлетов в предсоревновательный этап спортивной подготовки [2, 10, 12].

В ходе тренировочного процесса развиваются скоростно-силовые качества, совершенствование которых возможно добиться путём корректировки тренировочной нагрузки по объёму и интенсивности с учётом индивидуальных особенностей спортсмена [1, 4, 9]. Развитие силовых качеств определяется величиной нагрузки, темпом, характером и продолжительностью работы, интервалами не только между подъёмами и подходами, но и между тренировочными занятиями, а также длительностью тренировочного процесса и уровнем силовой выносливости тяжелоатлета.

Отрицательное воздействие на тренировочный процесс и, как следствие, на достижение высоких спортивных результатов оказывает состояние здоровья спортсмена [3, 6, 16, 23]. Регулярное прохождение медицинского осмотра и своевременная коррекция выявленных патологических состояний позволяет в короткие сроки восстановить физиологический дисбаланс [7, 11, 15].

В клинической практике спортивной медицины оценка эффективности физических нагрузок и здоровья спортсмена происходит с помощью определения антропометрических данных, функциональных тестов и лабораторного исследования биохимических маркеров крови [8, 20]. Уровень тренированности, интенсивность, объём и направленность тренировочных нагрузок отражается в динамических изменениях основных биохимических показателей, которые могут быть использованы в комплексном обследовании спортсменов [13, 14].

При контроле влияния интенсивности физической нагрузки на атлета целесообразно определять такие биохимические маркеры, как мочевины, активность аспартатаминотрансферазы и креатинкиназы, зависящей от возраста, пола, мышечной массы и уровня физической нагрузки [18, 19].

Физические упражнения высокоинтенсивного характера приводят к нарушению целостности миофибрилл, повышению проницаемости сарколеммы мышечной клетки, что приводит к выходу в кровяное русло внутриклеточных энзимов, особенно креатинфосфокиназы. Креатинфосфокиназа (КФК) – внутриклеточный фермент миоцитов, катализирующий основную реакцию, протекающую в цитоплазме для быстрого синтеза АТФ, – креатинфосфокиназная реакция [22]. Этот вариант энергообеспечения является основным в силовых видах спорта [17]. Определение креатинкиназы позволяет оценивать не только состояние мышечной ткани, но и сердечной мышцы [21]. После интенсивных физических нагрузок уровень креатинкиназы может увеличиваться и свидетельствовать о повреждении мышечной ткани, что позволяет оценить интенсивность физических нагрузок и восстановление после них [13, 14]. Усиленный катаболизм белков мышечной ткани вызывает повышенное образование аммиака, который в организме превращается в мочевины, поэтому её уровень возрастает. Концентрация мочеви-

ны является значимым лабораторным тестом адекватности физических нагрузок и скорости восстановления мышечных белков после тренировки [20, 22].

Для оценки состояния печени и её метаболической активности можно использовать определение концентрации в крови печеночных трансаминаз, а также уровня холестерина и триглицеридов. Общий холестерин – это совокупность всех фракций холестерина, циркулирующих в крови, транспортирующихся кровью в комплексе с липопротеинами. Уровень холестерина и триглицеридов у атлетов может использоваться не только для диагностики нарушений липидного обмена, но и для определения изменений метаболизма в печени в зависимости от объёма физической нагрузки, так как холестерин является представителем стероидных липидов и предшественником половых гормонов. Триглицериды – одни из основных источников энергии в организме (референсные значения – менее 1,7 ммоль/л), образуются в кишечнике, печени и жировой ткани.

Общий белок как показатель суммарного количества белков в крови спортсмена необходим для оценки адекватности потребления белкового питания, а также для оценки степени гидратации атлета.

Креатинин является конечным продуктом креатинфосфокиназной реакции и косвенным лабораторным показателем скорости этой реакции в мышцах спортсмена, а также отражает запасы креатинфосфата в миоцитах. Уровень креатинина у тяжелоатлетов позволяет охарактеризовать мощность креатинфосфатного пути и по его динамике, возможно, оценивать интенсивность нагрузок в зоне максимальной мощности. Следует учитывать, что прием биологически активных добавок с креатином также приводит к повышению данного показателя [5].

Определение мочевой кислоты у тяжелоатлетов может выявить не только патологическое накопление солей мочевой кислоты в суставах, что может наблюдаться при повышенных уровнях этого анализа в крови, но и помогает оценить интенсивность обмена нуклеиновых кислот в организме спортсмена и адекватность восполнения их с помощью питания.

Печеночные трансаминазы, такие как аланинаминотрансфераза (АЛТ) и аспартатаминотрансфераза (АСТ), кроме диагностической

значимости в отношении заболеваний печени у тяжелоатлетов могут быть использованы для дифференциальной диагностики повреждения мышц или нарушений со стороны гепатобиллиарной системы. Эти ферменты являются внутриклеточными энзимами и попадают в кровоток при повреждении гепатоцитов или миоцитов. По их соотношению можно определить место повреждения с помощью расчета коэффициента де Ритиса (АСТ/АЛТ). На практике у спортсменов часто наблюдается повышение печеночных трансаминаз с преобладанием АСТ в результатах биохимического анализа, и правильная трактовка полученных данных помогает своевременно скорректировать тренировочный процесс и прием биологически активных добавок. Для оценки состояния печени и желчевыводящих путей дополнительно можно оценить активность в сыворотке крови экскреторного фермента – щелочной фосфатазы (ЩФ), локализованной преимущественно в клетках печени и желчевыводящих путей. При цитолизе клеток печени наблюдается повышение активности ЩФ. Кроме этого, у атлетов при исключении патологии гепатобиллиарной системы уровень этого энзима может косвенно указывать на состояние костной ткани и при перетренированности повышаться.

Длительность тренировки и интенсивность физической нагрузки оказывает влияние на уровень глюкозы в крови – показатель, характеризующий углеводный обмен. Нагрузки субмаксимальной мощности приводят к повышению содержания глюкозы в крови за счёт усиления мобилизации гликогена печени. Так как глюкоза является основным топливом при работе в зоне субмаксимальной мощности, у тяжелоатлетов наблюдается снижение содержания показателя в крови сразу после окончания тренировки. Мониторинг данного показателя в течение суток позволяет косвенно оценить скорость утилизации глюкозы и синтеза гликогена, и, таким образом, оценить скорость восстановления запасов гликогена после окончания тренировки, что является важным этапом в спортивной подготовке тяжелоатлетов.

Цель: повысить эффективность спортивной работоспособности тяжелоатлетов высокой квалификации на основе оценки основных биохимических маркеров крови и коррекции адаптационных резервов на предсоревновательном этапе спортивной подготовки.

Материалы и методы. Группа наблюдения включала в себя 20 спортсменов в возрасте от 20 до 26 лет (22 ± 4), высокой квалификации на этапе совершенствования спортивного мастерства (КМС – 20 %, МС – 65 %, МСМК – 15 %). Сформировано 2 группы исследования: группа 1 ($n = 10$) – мужского пола и группа 2 ($n = 10$) – женского пола. Тяжелотлеты тренировались по 4–5 раз в неделю, длительность тренировки составляла 2 ч, интенсивность и кратность не отличалась в исследуемых группах и соответствовала тренировочному плану. В предсоревновательный этап использовались упражнения общефизической и специальной подготовки (приседания, прыжки, тяги, жимы и другие). Для развития силовой выносливости использовались жимы, рывки. Применялись также статические упражнения (упражнения с удержанием): рывок с задержкой, рывок классический, тяга становая с рывковым хватом.

В рамках проводимого исследования определялись следующие лабораторные биохимические тесты: общий белок и мочевины, креатинин и мочевая кислота, трансаминазы и щелочная фосфатаза, глюкоза, холестерин и триглицериды, креатинфосфокиназа и общий билирубин в сыворотке крови.

Все биохимические анализы выполнялись в рамках диспансерного наблюдения спортсменов в предсоревновательный этап спортивной подготовки. Пробозабор крови проводили в пробирки типа Vacutainer до тренировочной нагрузки в утренние часы, натощак, сыворотку получали путем центрифугирования в течение 15 мин при 3200 об/мин. Аналитический этап выполнялся на автоматическом биохимическом анализаторе FurunoCA-270 с использованием реагентов, контрольных материалов и калибраторов фирмы производителя DiaSys Diagnostic. При статистической обработке результатов лабораторных тестов использовали программу IBM SPSS Statistics 22, производили сравнение полученных данных по биохимическим показателям между мужчинами и женщинами.

Результаты и их обсуждение. Данные, полученные в результате лабораторного анализа биохимических показателей, представлены в таблице.

Получены следующие результаты: при оценке белкового обмена уровень общего белка составил у мужчин 74 ± 3 г/л, у женщин – 76 ± 2 г/л (референтный диапазон 65–88 г/л),

статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$). Концентрация мочевины оставалась в пределах референтных значений 3,2–7,3 ммоль/л и составила у мужчин $5,7 \pm 1,3$ ммоль/л и у женщин – $4,9 \pm 0,8$ ммоль/л ($p > 0,05$). Таким образом, можно сделать вывод о полноценности белкового рациона, отсутствии обезвоживания у спортсменов в обеих группах наблюдения. Концентрация мочевины является маркером утомления, в нашем исследовании не отмечено повышения этого показателя, что говорит об адекватности физической нагрузки и адаптированности спортсменов к ней.

Уровень креатинина в исследуемых группах находился в пределах референтного диапазона для возрастной группы исследуемых (64–105 мкмоль/л). Концентрация показателя в группе 1 составила 93 ± 9 мкмоль/л, в группе 2 – 76 ± 6 мкмоль/л, получены статистически значимые различия между группами ($p = 0,002$). Креатинин является конечным продуктом ресинтеза АТФ в зоне максимальной мощности при включении креатинфосфатного пути. В нашем исследовании мы получили гендерные различия по уровню показателя, на который влияет степень развития мышечной массы тяжелоатлета. Получена положительная корреляционная связь между уровнем креатинина и общего белка у мужчин ($r = 0,7$, $p = 0,02$), что соответствует повышенному потреблению белковой пищи в группе 1 и большому объему мышечной массы в этой группе.

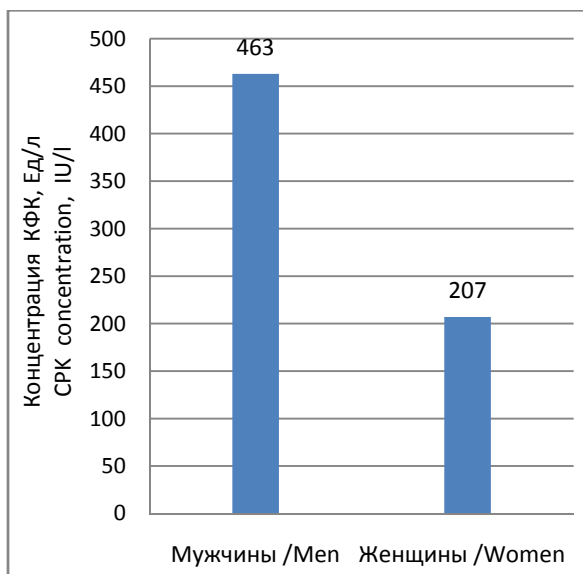
Концентрация КФК как основного маркера повреждения мышц в клинической практике повышена в исследуемых группах. Верхний референтный уровень для этого показателя, по данным производителя реагентов, – до 180 Ед/л. В группе 1 в среднем уровень КФК составил 463 ± 208 Ед/л, а группе 2 – 207 ± 87 Ед/л. Получены статистически значимые различия в группах ($p = 0,01$) (см. рисунок).

Спортсмены женского пола имеют меньшую мышечную массу, технически выполняют менее интенсивные и с меньшим весом упражнения. Мониторинг данного показателя в крови до и после проведения тренировки позволяет, во-первых, отследить степень механической травмы мышц при избыточной нагрузке, во-вторых, определить адаптированность организма к физической нагрузке, в-третьих, оценить скорость восстановления после тренировочного процесса.

Наблюдается положительная корреляция между концентрацией креатинина и уровнем КФК ($r = 0,8$; $p = 0,02$) у тяжелоатлетов в группе 1, что говорит о преобладании креатинфосфатного пути энергообеспечения в процессе тренировочных занятий. Отмечена также корреляция между КФК и АСТ ($r = 0,8$; $p = 0,01$), что показывает повреждение, возникающее во время силовых тренировок в миофибриллах, и по соотношению этих ферментов можно оценить степень этого повреждения.

Показатели биохимического анализа крови у тяжелоатлетов
Biochemical blood parameters in weightlifters

Показатель / Parameter	Мужчины / Men (n = 10) M ± SD	Женщины / Women (n = 10) M ± SD	P
Общий белок, г/л / Total protein, g/L	74 ± 3	76 ± 2	P > 0,05
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/L	5,7 ± 1,3	4,9 ± 0,8	P > 0,05
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/L	93 ± 9	76 ± 6	P = 0,002
Мочевая кислота, мкмоль/л / Uric acid, μmol/L	344 ± 33	240 ± 46	P = 0,001
Креатинкиназа (КФК), Ед/л / Creatine kinase, IU/L	463 ± 208	207 ± 87	P = 0,01
Аланинаминотрансфераза (АЛТ), Ед/л Alanine transferase (ALT), IU/L	30 ± 15	16 ± 5	P > 0,05
Аспаргатаминотрансфераза (АСТ), Ед/л Aspartate transferase (AST), IU/L	29 ± 15	18 ± 6	P > 0,05
Общий билирубин, мкмоль/л / Total bilirubin, μmol/L	16 ± 8	9 ± 2	P = 0,02
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/L	4,3 ± 0,5	4,5 ± 0,5	P > 0,05
Щелочная фосфатаза, Ед/л / Alkaline phosphatase, IU/L	264 ± 88	181 ± 75	P > 0,05
Холестерин (общий), ммоль/л / Total cholesterol, mmol/L	4,1 ± 1,3	4,3 ± 0,6	P > 0,05
Триглицериды, ммоль/л / Triglycerides, mmol/l	0,86 ± 0,3	1,02 ± 0,4	P > 0,05



Среднее значение креатинфосфокиназы у мужчин и женщин тяжелоатлетов
The average values of creatine phosphokinase in male and female weightlifters

Концентрация мочевой кислоты в пределах референтного диапазона 200–430 мкмоль/л в группе 1 составила 344 ± 33 мкмоль/л, в группе 2 – 240 ± 46 мкмоль/л. Были получены статистически значимые различия в группах ($p = 0,001$). Это обусловлено повышенным потреблением продуктов, содержащих животный белок, мужчинами, у которых большой объем мышечной массы и большая скорость синтеза мышечных белков.

Уровень глюкозы находился в пределах нормальных значений в исследуемых группах. Единичные исследования этого показателя не могут показать активность использования этого субстрата для синтеза гликогена, но позволяют выявить такую патологию, как сахарный диабет у спортсменов.

Трансаминазы АЛТ и АСТ в исследуемых группах – в пределах нормальных значений (до 40 Ед/л для АЛТ и до 35 Ед/л для АСТ). В группе 1 уровень аланинаминотрансферазы составил – 30 ± 15 Ед/л, в группе 2 – 16 ± 5 Ед/л ($p > 0,05$). Концентрация аспаратаминотрансферазы в группе 1 составила 29 ± 15 Ед/л, в группе 2 – 18 ± 6 Ед/л ($p > 0,05$). Уровень печеночных ферментов коррелирует с физической нагрузкой в группах исследования.

Повышенная концентрация общего билирубина, по литературным данным, часто наблюдается в определенных видах спорта, где возможна механическая травма (например, удары) или частое обезвоживание организма,

для соблюдения весовых категорий в спорте [22]. Если у спортсмена в результате обследования выявляется гипербилирубинемия, это требует постоянного контроля и назначения определенных лекарственных препаратов. Нормальный уровень билирубина в крови, по данным производителя, составил от 1,8 до 21,5 мкмоль/л. В нашем исследовании в группе 1 концентрация общего билирубина составила 16 ± 8 мкмоль/л, в группе 2 – 9 ± 2 мкмоль/л, наблюдаются статистически значимые различия ($p = 0,02$), что может быть связано с различной интенсивностью физических нагрузок. Отмечена положительная корреляция в группе 2 между концентрацией общего билирубина и общего белка ($r = 0,8$; $p = 0,01$), что может быть обусловлено общностью синтетических процессов в печени.

Концентрация фермента щелочной фосфатазы в исследуемых группах находилась в пределах нормальных значений. В группе 1 составила 264 ± 88 Ед/л, в группе 2 – 181 ± 75 Ед/л ($p > 0,05$). Этот фермент участвует в транспорте фосфора, а именно в реакциях дефосфорилирования. По литературным данным, при физических нагрузках этот фермент участвует в обмене АТФ через реакции с аминокислотами и поэтому может повышаться без патологии гепатобилиарной системы и костной ткани [7].

Физические нагрузки, воздействие стрессовых факторов в зависимости от продолжительности и интенсивности также оказывают влияние на уровень липидов различных фракций в крови. Исследование липидного профиля проводят утром натощак, так как приём пищи значительно повышает уровень триглицеридов в сыворотке крови. В нашем исследовании концентрация общего холестерина и триглицеридов в группе 1 и группе 2 находилась в пределах референтных значений. В группе 1 уровень холестерина составил $4,1 \pm 1,3$ ммоль/л, в группе 2 – $4,3 \pm 0,6$ ммоль/л. Концентрация триглицеридов в группе 1 составила $0,86 \pm 0,3$ ммоль/л, в группе 2 – $1,02 \pm 0,4$ ммоль/л. Статистически значимых различий не выявлено.

Заключение. Применение лабораторных биохимических тестов в обследовании спортсменов позволяет не только выявить нарушения и заболевания, но и оценить степень адаптации тяжелоатлета к физической нагрузке и дать оценку мобилизационным возможностям организма. В нашем исследовании мы выявили, что на степень повышения биохимических показателей

мических маркеров влияет не только вид и интенсивность физической нагрузки, но и половая принадлежность. Полученные данные позволяют грамотно построить тренировочный

процесс, учитывая индивидуальные особенности тяжелоатлета, что повышает эффективность тренировок и улучшает его спортивную результативность.

Список литературы

1. Биохимические изменения в организме атлета при ультрадлительных физических нагрузках (оригинальное персонифицированное исследование) / М.С. Смирнов, В.В. Дорофейков, И.В. Зырянова, В.В. Фурсов // *Лабораторная диагностика. Восточная Европа*. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 291–301. DOI 10.34883/PI.2023.12.2.014

2. Влияние немедикаментозной терапии на сроки реабилитации и занятие стендовой стрельбой после перенесенных ринохирургических вмешательств / М.Ю. Коркмазов, А.М. Коркмазов И.Д. Дубинец и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2020. – Т. 20, № 51. – С. 136–144. DOI: 10.14529/hsm20s117

3. Возможности коррекции отдельных звеньев патогенеза аллергического ринита и бронхиальной астмы с оценкой качества жизни пациентов / М.Ю. Коркмазов, М.А. Ленгина, И.Д. Дубинец и др. // *Мед. совет*. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 24–34. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-24-34

4. Динамика изменения показателей креатинфосфокиназы в микроцикле подготовки у элитных тяжелоатлетов / И.П. Сивохин, Г.Б. Марденова, Н.А. Огиенко и др. // *Современные вопросы биомедицины*. – 2020. – Т. 4, № 3. – С. 89–102.

5. Капитонова А.Н. Гипербилирубинемия в спорте высших достижений / А.Н. Капитонова, И.В. Круглова, А.Б. Чадина // *Соврем. вопросы биомедицины*. – 2018. – Т. 2, № 4. – С. 16–21.

6. Коркмазов, М.Ю. Необходимость дополнительных методов реабилитации больных с кохлео-вестибулярной дисфункцией / М.Ю. Коркмазов, М.А. Ленгина // *Вестник оториноларингологии*. – 2012. – № 55. – С. 76–77.

7. Коркмазов, М.Ю. Оценка клинической эффективности фитотерапевтического лекарственного препарата в лечении и профилактике рецидивов острых риносинуситов у детей г. Челябинска / М.Ю. Коркмазов, К.С. Зырянова, А.С. Белошангин // *Мед. совет*. – 2016. – № 7. – С. 90–93. DOI: 10.21518/2079-701X-2016-07-90-93

8. Лечение и профилактика различных форм ларингита на фоне острых респираторных инфекций / М.Ю. Коркмазов, М.А. Ленгина, А.М. Коркмазов и др. // *Мед. совет*. – 2022. – Т. 16, № 8. – С. 79–87. DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-8-79-87

9. Мотивация к повышению результативности в спорте и коррекция возможных неудач, связанных со здоровьем, на примере заболеваний верхних дыхательных путей / М.Ю. Коркмазов, А.А. Кривопапов, А.Х. Талибов и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2023. – Т. 23, № 4. – С. 124–134. DOI: 10.14529/hsm230416

10. Особенности альтернативного воздействия импульсного шума на кохлеарный анализатор у спортсменов: прогноз, методы коррекции и профилактики / М.Ю. Коркмазов, А.М. Коркмазов, И.Д. Дубинец и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 189–200. DOI: 10.14529/hsm210223

11. Отдельные показатели иммунологической реактивности при хирургической альтерации лор-органов / М.Ю. Коркмазов, И.Д. Дубинец, М.А. Ленгина и др. // *Рос. иммунол. журнал*. – 2022. – № 25 (2). – С. 201–206. DOI: 10.46235/1028-7221-1121-DIO

12. Персонифицированный подход к повышению качества жизни и психофизической готовности спортсменов-гиревиков коррекцией сенсорных и вазомоторных расстройств лор-органов / А.Х. Талибов, М.Ю. Коркмазов, М.А. Ленгина и др. // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 29–41. DOI: 10.14529/hsm210404

13. Раджаббадиев, Р.М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам / Р.М. Раджаббадиев // *Наука и спорт: соврем. тенденции*. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 81–91. DOI: 10.14529/hsm220405

14. Рыбина, И.Л. Активность сывороточных ферментов в мониторинге тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / И.Л. Рыбина // *Вестник новых мед. технологий. Электрон. изд.* – 2016. – № 1. – С. 135–139. DOI: 10.12737/18567

15. Топическая антибактериальная терапия острого риносинусита / С.В. Рязанцев, А.А. Кривопапов, С.А. Еремин и др. // *Рус. мед. журнал.* – 2020. – Т. 28, № 4. – С. 2–7.
16. Тушер, Ю.Л. Анализ тренировочных нагрузок высококвалифицированных тяжелоатлетов в предсоревновательном периоде подготовки / Ю.Л. Тушер, Д.Н. Черногоров, В.С. Беляев // *Вестник МГПУ. Сер. Естественные науки.* – 2022. – № 3 (47). – С. 66–75. – DOI: 10.25688/2076-9091.2022.47.3.6
17. Ширковец, Е.А. Вариативность клинико-лабораторных маркеров адаптации организма спортсменов высокой квалификации к тренировочным нагрузкам / Е.А. Ширковец, И.Л. Рыбина // *Вестник спортивной науки.* – 2018. – № 2. – С. 21–25.
18. *Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load: A Study in Professional Soccer Players* / F.M. Clemente, H.Ī. Ceylan, F.T González-Fernández et al. // *Journal of Clinical Medicine.* – 2021. – Vol. 10, No. 23. – P. 5576.
19. *Cadegiani, F.A. Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study* / F.A. Cadegiani, C.E. Kater // *J Athl Train.* – 2019. – Vol. 54, No. 8. – P. 906–914. DOI: 10.4085/1062-6050-148-18
20. *Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show?* / J. Antonio, D.G. Candow, S.C. Forbes, B. Gualano et al. // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2021. – Vol. 8, No. 1. – P. 147–155. DOI: 10.1186/s12970-021-00412-w
21. *Creatine kinase activity weakly correlates to volume completed following upper body resistance exercise* / M. Machado, J.M. Willardson, D.P. Silva et al. // *Res Q Exerc Sport.* – 2012. – No. 83. – P. 276–281.
22. *Koch, A.J. The creatine kinase response to resistance exercise* / A.J. Koch, R. Pereira, M. Machado // *J. Musculoskelet Neuronal. Interact.* – 2014. – No. 14 (1). – P. 68–77.
23. *Muscle Cramps in Outpatients with Liver Diseases in Tokyo, Japan* / T. Kanda, R. Sasaki-Tanaka, N. Matsumoto, et al. // *Medicina (Kaunas).* – 2023. – No. 59 (9). – P. 1506. DOI: 10.3390/medicina59091506

References

1. Smirnov M.S., Dorofeykov V.V., Zyryanova I.V., Fursov V.V. [Biochemical Changes in the Athlete's Body During Ultra-long-term Physical Activity (Original Personalized Research)]. *Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa* [Laboratory Diagnostics. Eastern Europe], 2023, vol. 12, no. 2, pp. 291–301. DOI: 10.34883/PI.2023.12.2.014
2. Korkmazov M.Yu., Korkmazov A.M., Dubinets I.D. et al. Influence of Non-drug Therapy on Rehabilitation Time and Skeet Shooting After Rhinosurgical Interventions. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S1, pp. 136–144. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s117
3. Korkmazov M.Yu., Lengina M.A., Dubinets I.D. et al. [Opportunities for Correction of Individual Links of the Pathogenesis of Allergic Rhinitis and Bronchial Asthma with Assessment of the Quality of Life of Patients]. *Meditsinskiy sovet* [Medical Council], 2022, vol. 16, no. 4, pp. 24–34. (in Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-4-24-34
4. Sivokhin I.P., Mardenova G.B., Ogienko N.A. et al. [Dynamics of Changes in Creatine Phosphokinase Parameters in the Training Microcycle of Elite Weightlifters]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2020, vol. 4, no. 3, pp. 89–102. (in Russ.)
5. Kapitonova A.N., Kruglova I.V., Chadina A.B. [Hyperbilirubinemia in High-performance Sports]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2018, vol. 2, no. 4, pp. 16–21. (in Russ.)
6. Korkmazov M.Yu., Lengina M.A. [The Need for Additional Methods of Rehabilitation of Patients with Cochleo-vestibular Dysfunction]. *Vestnik otorinolaringologii* [Bulletin of Otorhinolaryngology], 2012, no. S5, pp. 76–77. (in Russ.)
7. Korkmazov M.Yu., Zyryanova K.S., Beloshangin A.S. [Evaluation of the Clinical Efficacy of a Phytotherapeutic Drug in the Treatment and Prevention of Recurring Acute Rhinosinusitis in Children of Chelyabinsk]. *Meditsinskiy sovet* [Medical Council], 2016, no. 7, pp. 90–93. (in Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2016-07-90-93

8. Korkmazov M.Yu., Lengina M.A., Korkmazov A.M. et al. [Treatment and Prevention of Various Forms of Laryngitis on the Background of Acute Respiratory Infections]. *Meditsinskiy sovet* [Medical Council], 2022, vol. 16, no. 8, pp. 79–87. (in Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2022-16-8-79-87
9. Korkmazov M.Yu., Krivopalov A.A., Talibov A.Kh. et al. Motivation for Athletic Performance Enhancement and Correction of Possible Health-related Failures on the Example of Upper Respiratory Diseases. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 4, pp. 124–134. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm230416
10. Korkmazov M.Yu., Korkmazov A.M., Dubinets I.D. et al. Features of the Alterative Effect of Impulse Noise on the Auditory Analyzer in Athletes: Prognosis, Correction and Prevention. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 189–200. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210223
11. Korkmazov M.Yu., Dubinets I.D., Lengina M.A. et al. [Separate Indicators of Immunological Reactivity in Surgical Alteration of ENT Organs]. *Rossiyskiy immunologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Immunology], 2022, vol. 25 (2), pp. 201–206. (in Russ.) DOI: 10.46235/1028-7221-1121-DIO
12. Talibov A.Kh., Karamazov M.Yu., Lengina M.A. et al. Personalized Approach to Improving the Quality of Life and Psychophysical Readiness of Weightlifters Through the Correction of Sensory and Vasomotor Disorders of ENT Organs. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 29–41. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210404
13. Radzhabkadiev R.M. [Biochemical Markers of Highly Qualified Athletes' Adaptation to Various Physical Exercises]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii* [Science and Sport. Current Tendencies], 2019, no. 2, pp. 81–91. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm220405
14. Rybina I.L. [Activity of Serum Enzymes in Monitoring the Training Process of Highly Qualified Athletes of Cyclic Sports]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoye izdaniye* [Bulletin of New Medical Technologies. Electronic Edition], 2016, no. 1, pp. 135–139. (in Russ.) DOI: 10.12737/18567
15. Ryazansev S.V., Krivopalov A.A., Eremin S.A. et al. [Topical Antibacterial Therapy for Acute Rhinosinusitis]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal* [Russian Medical Journal], 2020, vol. 28, no. 4, pp. 2–7. (in Russ.)
16. Tuscher Yu.L., Chernogorov D.N., Belyaev V.S. [Analysis of Training Loads of Highly Qualified Weightlifters in the Pre-competition Training Period]. *Vestnik MGPU. Ser. Estestvennyye nauki* [Bulletin of MSPU. Ser. Natural Sciences], 2022, no. 3 (47), pp. 66–75. (in Russ.) DOI: 10.25688/2076-9091.2022.47.3.6
17. Shirkovets E.A., Rybina I.L. [Variability of Clinical and Laboratory Markers of Adaptation of the Body of Highly Qualified Athletes to Training Loads]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2018, no. 2, pp. 21–25. (in Russ.)
18. Clemente F.M., Ceylan H.I., González-Fernández F.T. et al. Blood Biomarkers Variations across the Pre-Season and Interactions with Training Load: A Study in Professional Soccer Players. *Journal of Clinical Medicine*, 2021, vol. 10, no. 23, p. 5576. DOI: 10.3390/jcm10235576
19. Cadegiani F.A., Kater C.E. Basal Hormones and Biochemical Markers as Predictors of Overtraining Syndrome in Male Athletes: The EROS-BASAL Study. *Journal Athletic Training*, 2019, vol. 54, no. 8, pp. 906–914. DOI: 10.4085/1062-6050-148-18
20. Antonio J., Candow D.G., Forbes S.C. et al. Common Questions and Misconceptions about Creatine Supplementation: what Does the Scientific Evidence Really Show? *Journal International Soc Sports Nutr*, 2021, vol. 8, no. 1, pp. 147–155. DOI: 10.1186/s12970-021-00412-w
21. Machado M., Willardson J.M., Silva D.P. et al. Creatine Kinase Activity Weakly Correlates to Volume Completed Following Upper Body Resistance Exercise. *Research Q Exercise Sport*, 2012, no. 83, pp. 276–281. DOI: 10.5641/027013612800745310
22. Koch A.J., Pereira R., Machado M. The Creatine Kinase Response to Resistance Exercise. *Journal Musculoskelet Neuronal. Interact*, 2014, no. 14 (1), pp. 68–77.
23. Kanda T., Sasaki-Tanaka R., Matsumoto N. et al. Muscle Cramps in Outpatients with Liver Diseases in Tokyo, Japan. *Medicina (Kaunas)*, 2023, no. 59 (9), p. 1506. DOI: 10.3390/medicina59091506

Информация об авторах

Шешурина Татьяна Андреевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры биохимии, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

Невзорова Татьяна Геннадьевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры биохимии, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия; доцент кафедры биохимии, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия.

Коркмазов Мусос Юсуфович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия.

Кривопапов Александр Александрович, доктор медицинских наук, заведующий научно-исследовательским отделом патологии верхних дыхательных путей, Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи, Санкт-Петербург, Россия; профессор кафедры оториноларингологии, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

Талибов Абсет Хакиевич, доктор биологических наук, профессор, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

Tatyana A. Sheshurina, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

Tatyana G. Nevzorova, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Biochemistry, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia; Associate Professor of the Department of Biochemistry, State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia.

Musos Yu. Korkmazov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Otorhinolaryngology, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia.

Alexander A. Krivopalov, Doctor of Medical Sciences, Head of the Research Department of Pathology of the Upper Respiratory Tract, St. Petersburg Research Institute of Ear, Throat, Nose and Speech, St. Petersburg, Russia; Professor of the Department of Otorhinolaryngology, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia.

Abset Kh. Talibov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Theory and Methods of Athleticism, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg, Russia.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.12.2023

The article was submitted 22.12.2023