

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЗДОРОВЬЯ

К.Р. Мехдиева¹, kamilia_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2967-2655>

А.В. Захарова¹, sport_tsp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8170-2316>

В.Э. Тимохина¹, varvaratim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3239-5038>

С.И. Усанина¹, skison88@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0009-1471-8826>

Ф.А. Бляхман^{1,2}, feliks.blyakhman@urfu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4434-2873>

¹ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Цель: изучить особенности применения диагностических методик для оценки уровня физической работоспособности спортсменов с ограничениями возможностей здоровья (ОВЗ). **Материалы и методы.** Исследованы 60 атлетов – представителей профессионального, любительского и детского спорта с разными формами и степенями тяжести ОВЗ. Для оценки физической работоспособности использовали методы нагрузочных тестирований, подобранные с учетом индивидуальных особенностей контингента исследуемых лиц – велоэргоспирометрия, эргометрия руками, модифицированный Гарвардский степ-тест. **Результаты.** Дано обоснование подбору методов нагрузочных тестирований с использованием различных нагрузочных устройств и протоколов тестирования для адекватной оценки физической работоспособности спортсменов с ОВЗ с учетом индивидуальных возможностей атлетов. Установлено, что динамика ЧСС на нагрузку и в восстановительном периоде после нагрузки значимым образом не зависела от возраста, пола, вида спорта и деталей ОВЗ спортсменов. **Заключение.** Результаты реакции на возрастающую физическую нагрузку во всех нагрузочных тестах свидетельствуют об адекватности выбранных методик оценки физической работоспособности у лиц с ОВЗ.

Ключевые слова: спортсмены, ограничения возможностей здоровья, нагрузочные тестирования, оценка физической работоспособности

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения № 075-03-2023-006/13 от 12.12.2023 (код шифр FEUZ–2023–0054).

Для цитирования: Оценка физической работоспособности у спортсменов с ограничениями возможностей здоровья / К.Р. Мехдиева, А.В. Захарова, В.Э. Тимохина и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 1. С. 189–195. DOI: 10.14529/hsm240123

Original article
DOI: 10.14529/hsm240123

EVALUATION OF PHYSICAL PERFORMANCE IN ATHLETES WITH HEALTH CONDITIONS

K.R. Mekhdieva¹, kamilia_m@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2967-2655>

A.V. Zakharova¹, sport_tsp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8170-2316>

V.E. Timokhina¹, varvaratim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3239-5038>

S.I. Usanina¹, skison88@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0009-1471-8826>

F.A. Blyakhman^{1,2}, feliks.blyakhman@urfu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4434-2873>

¹ Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. Aim. To investigate the unique aspects of exercise performance testing in athletes with health conditions. **Materials and methods.** Sixty athletes (comprising young, professional, and amateur individuals) with various types and severity of health conditions participated in the study. Each athlete underwent individually selected exercise performance tests, which included leg cycle ergometry, arm cycle ergometry, or a modified Harvard step-test. **Results.** The selection of exercise tests from a variety of approaches was justified based on the specific types of health conditions experienced by athletes. It was observed that heart rate (HR) response to exercise loads and HR dynamics during the recovery period following loading were not significantly influenced by factors such as age, gender, type of sport, or athletes' health conditions. **Conclusions.** The cardiac response to exercise across all selected methods confirmed the adequate choice of exercise tests for athletes with health conditions.

Keywords: athletes, health conditions, exercise test, exercise performance evaluation

Acknowledgements. This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Ural Federal University, State Assignment № 075-03-2023-006/13 (FEUZ-2023-0054)).

For citation: Mekhdieva K., Zakharova A., Timokhina V., Usanina S., Blyakhman F. Evaluation of physical performance in athletes with health conditions. *Human. Sport. Medicine*. 2024;24(1):189–195. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240123

Введение. Медико-биологическое сопровождение спортсменов с ограничениями возможностей здоровья (ОВЗ) представляется одним из наиболее актуальных направлений развития спортивной медицины, особенно в контексте неуклонного роста числа атлетов-паралимпийцев и необходимости обеспечения эффективности и безопасности дозирования физических нагрузок в адаптивном спорте [3].

Вместе с тем экспертное сообщество не имеет консенсуса относительно предпочтительных методов оценки функциональных возможностей, а также стандартизированного протокола нагрузочного тестирования для спортсменов с ОВЗ. Например, у паралимпийцев с повреждениями опорно-двигательного аппарата (ПОДА) исследователи используют десятки вариантов нагрузочных тестов. В частности, в базах данных были представлены 10 видов анаэробных тестов и 38 аэробных тестов [1, 2, 5–11]. При этом аэробную работоспособность атлетов принято оцени-

вать с помощью велоэргометрии и тредмилметрии [4, 10]. У взрослых спортсменов с ОВЗ чаще всего используют эргоспирометрию с регистрацией ЭКГ [5, 9], у детей и подростков может быть использован модифицированный Гарвардский степ-тест [12].

С одной стороны, значительное разнообразие протоколов нагрузочного тестирования и эргометров продиктовано индивидуальными особенностями и биомеханическими ограничениями у спортсменов с ОВЗ. С другой стороны, отсутствие стандартизованных рекомендаций не позволяет провести масштабные исследования, необходимые для объективной оценки функциональных возможностей и потенциальных рисков у атлетов-паралимпийцев. Важно подчеркнуть, что рекомендации по функциональному тестированию, разработанные для нормотипичных спортсменов, зачастую технически не могут быть применены у спортсменов с ОВЗ, а различные модификации тестов требуют анализа валидности.

Таким образом, необходимость поиска информативных, воспроизводимых и доступных методов оценки физической работоспособности спортсменов с ОВЗ неоспорима в контексте изложенного выше.

Цель – изучить особенности применения диагностических методик для оценки уровня физической работоспособности спортсменов с ограничениями возможностей здоровья.

Материалы и методы. Исследование было проведено на базе лаборатории функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте Института физической культуры, спорта и молодежной политики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург). Участники были отобраны из числа профессиональных спортсменов, спортсменов-любителей, а также юных спортсменов.

Так, профессиональные спортсмены с ОВЗ были представлены членами национальных и региональных сборных по легкой атлетике и спортивному ориентированию с нарушениями слуха разной степени тяжести ($n = 8$, средний возраст $36,4 \pm 10,6$ года, длина тела $174,9 \pm 8,3$ см, масса тела $73,4 \pm 15,0$ кг). Лица с нарушениями зрения, в том числе с его полной потерей, входили в группу спортсменов-любителей, специализирующихся на беге на длинные дистанции и плавании ($n = 20$, средний возраст $40,9 \pm 4,9$ года, длина тела $168,8 \pm 9,3$ см, масса тела $67,68 \pm 18,1$ кг). Юные участники исследования ($n = 32$, средний возраст $13,6 \pm 1,3$ года, длина тела $157,2 \pm 10,6$ см, масса тела $44,1 \pm 4,1$ кг) являлись членами команды по адаптивному футболу и следж-хоккею с различными формами и степенями тяжести ОВЗ.

В состав исследуемых групп входили участники с такими инвалидизирующими заболеваниями: органов зрения – как врожденная катаракта, амблиопия, астигматизм, полная слепота; нарушения интеллекта, представленные задержкой психического развития, синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), расстройством аутистического спектра (РАС) различной степени тяжести, тяжелыми нарушениями речи; врожденная тугоухость различной степени тяжести; патология опорно-двигательного аппарата (ПОДА), детский церебральный паралич (ДЦП), миотония, культя нижней конечности (протез), спастическая диплегия и пр.

Все исследуемые лица были проинформированы о целях и задачах тестирования, осведомлены о возможных рисках, детально проинструктированы о методиках и необходимых условиях подготовки к исследованию. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинской декларации Всемирной организации здравоохранения 2013 года. Все спортсмены и/или их официальные представители дали письменное добровольное информированное согласие на участие в исследовании в обезличенной форме, а также дальнейшую обработку полученных данных в научных целях.

Все лица, включенные в группы исследования, были допущены к тренировочной и соревновательной деятельности по результатам предварительных медицинских осмотров. Тем не менее каждому участнику тестирования была проведена электрокардиография в покое с расшифровкой и дальнейшей оценкой маркеров электрической нестабильности миокарда. В соответствии с требованиями ВОЗ и международными стандартами АСС/АНА лаборатория была оснащена дефибриллятором Zoll AED Pro (Zoll, США) для оказания первой доврачебной помощи исследуемым в случае возникновения необходимости.

Выбор методик тестирования для оценки уровня физической работоспособности определялся, с одной стороны, необходимостью оценить переносимость физических нагрузок в условиях тренировочной и соревновательной деятельности участниками исследования, а с другой – возможностями контингента с учетом имеющейся патологии для выполнения условий предложенных методик оценки.

Для оценки физической работоспособности спортсменов использовали базовое нагрузочное тестирование с регистрацией ЭКГ с использованием велоэргометра (Schiller AG, Швейцария). Тестирование проводилось по РАМП-протоколу максимального теста (до отказа) с непрерывно возрастающей нагрузкой. Шаг нагрузки рассчитывался индивидуально с учетом веса исследуемого, составляя $\frac{1}{2}$ от веса в Вт/мин. Другими словами, при весе спортсмена, равном 50 кг, шаг увеличения нагрузки в минуту составлял 25 Вт. Важное условие выполнения теста – поддерживать заданную частоту педалирования (каденса) 80 об/мин.

В качестве альтернативных методов вы-

ступали тесты с использованием ручного эргометра (Technogym Top Bike Excite, Италия), а также степ-платформы с возможностью изменения ее высоты.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета программ Excel (Microsoft Office 2019). Для описания параметров в группах рассчитывали средние значения анализируемых параметров (M), стандартное отклонение (SD), минимальные (min) и максимальные (max) значения.

Результаты. Для группы спортсменов-любителей с нарушениями зрения, включая полную слепоту, без сопутствующих ограничений со стороны ОДА был выбран базовый метод велоэргоспирометрии. Поскольку визуальный контроль каденса на дисплее велоэргометра слепым спортсменом невозможен, необходимо было сопровождать тестирование вербальными инструкциями со стороны персонала, проводившего тест.

Группу профессиональных спортсменов с нарушениями слуха без ПОДА также исследовали с использованием аналогичного вида теста. Важной отличительной особенностью проведения тестирования данной категории лиц был подход к инструктажу перед тестом. Учитывая необходимость подробного объяснения перед нагрузочным тестом методики и критериев остановки теста, а также мер безопасности, требовалась помощь сурдопереводчика, особенно при тестировании лиц с полной потерей слуха.

Наибольшая сложность в выборе тестов возникла при тестировании группы детей-спортсменов из-за широкого спектра патологий, включая их комбинации. Как было описано выше, представители данной группы тренировались в одних и тех же командах (следж-хоккей и футбол), при этом виды и степени тяжести ОВЗ существенно отличались у данного контингента лиц. В частности, ДЦП у юных футболистов варьировал от легкой до тяжелой степени, мог иметь спастическую форму, а также сочетаться с нарушениями интеллекта или органов чувств. К примеру, при ДЦП с тяжелыми нарушениями интеллекта, при которых исследуемый мотивирован на ограниченный спектр двигательных действий с учетом сформированных стереотипных движений, требовался строго индивидуальный подход к выбору нагрузочного устройства, типу тестирования, а также разработке специфичного протокола нагрузки.

Опираясь на изложенное выше, у юных спортсменов с ОВЗ нагрузочное тестирование с регистрацией ЭКГ проводилось с использованием различных нагрузочных устройств – велоэргометр (Schiller AG, Швейцария), ручной эргометр (Technogym Top Bike Excite, Италия), степ-платформа с возможностью изменения ее высоты.

Все используемые протоколы тестирований были разработаны с учетом международных рекомендаций для проведения нагрузочных тестирований [10].

У части юных спортсменов без ПОДА и выраженных неврологических расстройств без парезов и пlegий (нарушения интеллекта, патологии органов зрения и слуха) допустимо было использовать стандартный метод велоэргометрии с регистрацией ЭКГ. Изменения потребовались только при организации предтестового инструктажа, понятного для спортсмена с учетом вида ОВЗ, а также индивидуальной настройки высоты сидения и положения рукояток велоэргометра.

При оценке физической работоспособности детей в возрасте до 12 лет без ПОДА с длиной тела менее 140 см и невозможности выполнения велоэргометрии по объективным причинам преимущественно использовался модифицированный Гарвардский степ-тест [12], рекомендованный международными стандартами для оценки работоспособности детей этой возрастной группы. Такой степ-тест представлял собой одноступенчатый тест с восхождением на ступень с фиксированной высотой 20 см вне зависимости от антропометрических параметров исследуемого, а также от возраста и пола. Продолжительность теста составляла 3 минуты, со скоростью 30 восхождений на ступень в минуту (метроном при этом устанавливали на 120 уд./мин, чтобы сопровождать каждый шаг ребенка). В случае, когда испытуемый был не в состоянии совершать восхождение на ступеньку в течение 3 мин, фиксировалось время выполнения мышечной работы. После окончания физической нагрузки исследуемому было рекомендовано восстанавливаться три минуты в положении сидя при регистрации ЭКГ. Индекс модифицированного степ-теста (ИМГСТ) рассчитывался по аналогии с оригинальным индексом Гарвардского степ-теста, величина которого характеризует скорость восстановительных процессов после физической нагрузки и оценивается по соответствующей шкале [12].

Данные ЧСС нагрузочного теста, $M \pm SD$ (min – max)
HR measurements, $M \pm SD$ (min – max)

| Параметры Parameter | Профессиональные спортсмены с нарушением слуха Professional athletes with hearing disorders (n = 8) | Спортсмены-любители с нарушением зрения Amateur athletes with vision disorders (n = 20) | Юные спортсмены с ОВЗ различных нозологий Young athletes with various health conditions (n = 32) |
|---|--|---|--|
| ЧСС покоя, уд./мин HR rest, bpm | 59,9 ± 10,1 (48–72) | 66,2 ± 8,5 (45–81) | 89,6 ± 23,2 (54–128) |
| ЧСС макс, уд./мин HRmax, bpm | 175,6 ± 16,4 (155–197) | 168,2 ± 14,9 (133–185) | 168,1 ± 21,5 (136–222) |
| ЧСС 1 мин восст., уд./мин HR 1 min recovery, bpm | 147,7 ± 9,8 (139–163) | 144,3 ± 16,9 (106–168) | 113,1 ± 27,6 (75–171) |
| ЧСС 2 мин восст., уд./мин HR 2 min recovery, bpm | 125 ± 5,1 (116–130) | 125,3 ± 17 (87–151) | 104,3 ± 20,1 (69–150) |
| ЧСС 3 мин восст., уд./мин HR 3 min recovery, bpm | 113,1 ± 6,6 (104–123) | 113,6 ± 13,4 (86–135) | 102,6 ± 30,4 (72–138) |

При оценке физической работоспособности детей-колясочников тестирование проводилось с использованием ручного эргометра с регистрацией ЭКГ. Протокол нагрузки представлял собой многоступенчатый тест с возрастающей нагрузкой и был регламентирован достижением максимальных значений ЧСС и мощности нагрузки, которая увеличивалась с 0 Вт на первой ступени с шагом в 5 Вт/мин. После окончания теста аналогично с описанными выше методиками оценивали восстановление с использованием регистрации ЭКГ.

По результатам тестирования средние значения максимального потребления кислорода (МПК) у профессиональных спортсменов и спортсменов-любителей составили $53,3 \pm 11,4$ ($36,6–68,3$) мл/кг/мин и $41,7 \pm 13,5$ ($29,9–55,5$) мл/кг/мин соответственно. Полученный результат хорошо согласуется с известными данными для здоровых лиц [10]. По результатам оценки ИМГСТ в группе детей-спортсменов среднее значение индекса составило $61,3 \pm 9,7$ ($42–78$), что соответствует «хорошему уровню» для здоровых детей [12].

В качестве критерия адекватности подбора тестов была принята реакция сердечно-сосудистой системы (ССС) на возрастающую физическую нагрузку, а также динамика снижения ЧСС в восстановительном периоде после окончания теста. В таблице приведены средние значения ЧСС в покое, на максимуме нагрузки и динамика снижения этого показателя после окончания тестов для атлетов соответствующих групп. Можно видеть, что вариабельность ЧСС, оцененная по стандартному отклонению параметра, отличается

в группах. Так, наибольшее значение SD отмечено у юных спортсменов с ОВЗ, несмотря на самую большую численность испытуемых в группе. Вероятно, данный факт обусловлен наибольшими различиями в уровне тренированности атлетов этой группы и прямо не связан с видом ОВЗ.

Вместе с тем результаты тестирования показали, что реакция ССС на нагрузку существенным образом не зависела от возраста, пола, вида спорта и деталей ОВЗ. Полученный результат свидетельствует о том, что для всех спортсменов была адекватно подобрана нагрузка и вид тестирования с учетом индивидуальных особенностей и вида ОВЗ.

Заключение. В работе было проведено нагрузочное тестирование атлетов, имеющих определенные ограничения возможностей здоровья. Когорта испытуемых включала лиц с различными видами ОВЗ, возрастом и уровнем спортивного мастерства. Поэтому в каждом конкретном случае был необходим индивидуальный подход при выборе и осуществлении метода тестирования.

С точки зрения выраженности ОВЗ и тренированности спортсменов наиболее однородными были группы профессионалов и спортсменов-любителей. Напротив, группа юных атлетов оказалась представлена лицами с широким спектром ОВЗ и требовала наибольшего внимания при подборе нагрузки при тестировании. Исходя из этого, а также принимая во внимание небольшое количество испытуемых, задача количественного сравнения показателей тестирования между группами не стояла на данном этапе.

Цель работы состояла в определении возможности объективной оценки работоспособности у лиц с различными видами ОВЗ. В данном контексте результаты тестирования юных атлетов представляют наибольший интерес. Действительно, именно для атлетов этой группы был в наибольшей мере применен индивидуальный подход и, следовательно, наибольшее число методов тестирования.

В качестве меры оценки адекватности предложенных методов тестирования была выбрана реакция ССС на нагрузку, определенная по динамике ЧСС на разных этапах нагрузочного теста. Такой подход является общепринятым и достаточно информативным для выяснения адаптивных возможностей организма на физическую нагрузку.

Выяснилось, что при использовании

различных подобранных индивидуально методов нагрузок для юных атлетов все испытуемые продемонстрировали известную динамику ЧСС при нагрузке и восстановлении после нее. Более того, характер реакции ЧСС на испытания не отличался у юных атлетов с различной тяжестью ОВЗ от спортсменов-профессионалов и любителей с нарушением слуха или зрения. Качественно установленные факты хорошо согласуются с данными о нагрузочном тестировании здоровых спортсменов.

Таким образом, полученные результаты о реакции сердечно-сосудистой системы на возрастающую физическую нагрузку во всех нагрузочных тестах дают основание говорить об адекватности выбранных методик оценки физической работоспособности у лиц с ОВЗ.

Список литературы / References

1. Bar-Or O. The Wingate Anaerobic Test. An Update on Methodology, Reliability and Validity. *Sports Medicine*, 1987, vol. 4, no. 6, pp. 381–394. DOI: 10.2165/00007256-198704060-00001
2. Baumgart J.K., Brurok B., Sandbakk O. Peak Oxygen Uptake in Paralympic Sitting Sports: A Systematic Literature Review, Meta- and Pooled-data Analysis. *PLoS One*, 2018, vol. 23, no. 13 (2), e0192903. DOI: 10.1371/journal.pone.0192903
3. Carty C., van der Ploeg H.P., Biddle S.J.H. et al. The First Global Physical Activity and Sedentary Behavior Guidelines for People Living With Disability. *Journal of Physical Activity and Health*, 2021, vol. 18, no. 1, pp. 86–93. DOI: 10.1123/jpah.2020-0629
4. Heine M., van den Akker L.E., Verschuren O. et al. Reliability and Responsiveness of Cardiopulmonary Exercise Testing in Fatigued Persons with Multiple Sclerosis and Low to Mild Disability. *PLoS One*, 2015, vol. 19, no. 10 (3), e0122260. DOI: 10.1371/journal.pone.0122260
5. Janssen R.J.F., de Groot S., Van der Woude L.H.V. et al. Toward a Standardized and Individualized Laboratory-Based Protocol for Wheelchair-Specific Exercise Capacity Testing in Wheelchair Athletes: A Scoping Review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2023, vol. 1, no. 102 (3), pp. 261–269. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001941
6. Marcolin G., Petrone N., Benazzato M. et al. Personalized Tests in Paralympic Athletes: Aerobic and Anaerobic Performance Profile of Elite Wheelchair Rugby Players. *Journal of Personalized Medicine*, 2020, vol. 9, no. 10 (3), 118 p. DOI: 10.3390/jpm10030118
7. Marszałek J., Kosmol A., Morgulec-Adamowicz N. et al. Laboratory and Non-laboratory Assessment of Anaerobic Performance of Elite Male Wheelchair Basketball Athletes. *Frontiers in Psychology*, 2019, vol. 13, no. 10, p. 514. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00514
8. Mikami Y., Fukuhara K., Kawae T. et al. Exercise Loading for Cardiopulmonary Assessment and Evaluation of Endurance in Amputee Football Players. *Journal of Physical Therapy Science*, 2018, vol. 30, no. 8, pp. 960–965. DOI: 10.1589/jpts.30.960
9. Pelliccia A., Quattrini F.M., Cavarretta E. et al. Physiologic and Clinical Features of the Paralympic Athlete's Heart. *JAMA Cardiology*, 2021, vol. 1, no. 6 (1), pp. 30–39. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.4306
10. Riebe D., Ehrman J.K., Liguori G., Magal M. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (Tenth edition). Philadelphia, Wolters Kluwer, 2018. 472 p.
11. Stieler E., de Mello M.T., Lôbo I.L.B. et al. Current Technologies and Practices to Assess External Training Load in Paralympic Sport: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2023, vol. 8, no. 32 (6), pp. 635–644. DOI: 10.1123/jsr.2022-0110
12. Tupikina et al. Use of Modified Harvard Step Test for the Evaluation of Exercise Tolerance in Patients with a Functional Single Ventricle After Total Cardiopulmonary Connection. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*, 2016, vol. 4, pp. 77–81. DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-4-77-81

Информация об авторах

Мехдиева Камилия Рамазановна, доцент, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, заведующий лабораторией функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Захарова Анна Валерьевна, кандидат педагогических наук, профессор, профессор кафедры физической культуры, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Тимохина Варвара Эдуардовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Усанина Софья Игоревна, студент магистратуры, лаборант-исследователь лаборатории функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Бляхман Феликс Абрамович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры медицинской физики и цифровых технологий, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург; главный научный сотрудник лаборатории функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Information about the authors

Kamiliya R. Mekhdiyeva, Associate Professor, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Service and Health Technologies, Head of the Laboratory of Functional Testing and Comprehensive Control in Sports, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia.

Anna V. Zakharova, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Education, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia.

Varvara E. Timokhina, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Service and Health Technologies, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia.

Sofya I. Usanina, Master's student, Laboratory Assistant and Researcher, Laboratory of Functional Testing and Comprehensive Control in Sports, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia.

Felix A. Blyakhman, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Medical Physics and Digital Technologies, Ural State Medical University, Ekaterinburg; Chief Researcher, Laboratory of Functional Testing and Comprehensive Control in Sports, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, 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 29.10.2023

The article was submitted 29.10.2023