

ВЯЗКО-ЭЛАСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ЛЕГКОАТЛЕТОВ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Т.В. Красноперова, tvkbox@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3898-8400>

Е.В. Агеев, bleiz195@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3735-0982>

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербурге, Россия

Аннотация. Цель: изучить вязко-эластические свойства икроножной (латеральная головка – ЛГИМ) и прямой мышцы бедра (ПМБ) у высококвалифицированных легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями, специализирующихся в беге на средние дистанции. **Материалы и методы.** У высококвалифицированных (КМС, МС, МСМК) 11 женщин и 13 мужчин – легкоатлетов с легкой степенью умственной отсталости, специализирующихся в беге на средние дистанции, – оценивались вязко-эластические свойства (тонус, жесткость, эластичность, время релаксации и текучесть) икроножной и прямой мышцы бедра. **Результаты.** Выявлены различия в показателях тонуса (ПМБ справа) и жесткости (ПМБ справа и слева) у мужчин и женщин. Эти же показатели у ПМБ были выше, чем ЛГИМ, что может свидетельствовать о различных функциональных резервах изучаемых мышц. Время релаксации было ниже ПМБ, чем ЛГИМ. Показатели эластичности и текучести значимо не различались как между полами, так и между исследуемыми мышцами. **Заключение.** В результате исследования были определены количественные показатели вязко-эластических свойств икроножной и прямой мышцы бедра у высококвалифицированных легкоатлетов с нарушением интеллекта, специализирующихся в беге на средние дистанции. При сравнении с результатами прошлой работы у легкоатлетов «средневики» по сравнению со «спринтерами» отмечены более высокие значения в показателях тонуса, жесткости, эластичности и более низкое время релаксации ПМБ. Однако еще рано говорить о полученных показателях как о маркере высокой эффективности работы мышечного аппарата у исследуемого контингента. В дальнейших исследованиях мы постараемся определить нозологические и спортивно-адаптационные особенности вязко-эластических свойств мышц.

Ключевые слова: мионометрия, легкая атлетика, спортсмены с интеллектуальными нарушениями, вязко-эластические свойства мышц

Для цитирования: Красноперова Т.В., Агеев Е.В. Вязко-эластические свойства мышц нижних конечностей у высококвалифицированных легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями, специализирующихся в беге на средние дистанции // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 1. С. 121–127. DOI: 10.14529/hsm240114

Original article
DOI: 10.14529/hsm240114

VISCOELASTIC PROPERTIES OF LOWER EXTREMITY MUSCLES IN HIGHLY TRAINED MIDDLE DISTANCE RUNNERS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

T.V. Krasnoperova, tvkbox@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3898-8400>

E.V. Ageev, bleiz195@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3735-0982>

Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, St. Petersburg, Russia

Abstract. Aim. To study the viscoelastic properties of the calf (lateral head, LHCM) and rectus femoris muscle (RFM) in highly trained middle distance runners with intellectual disabilities. **Materials and methods.** Viscoelastic properties, including tone, stiffness, elasticity, relaxation time, and fluidity, of the calf

and rectus femoris muscles were evaluated in 11 female and 13 male highly trained middle-distance runners with mild mental retardation. **Results.** The results obtained showed differences in tone (RFM, right) and stiffness (RFM) in both male and female athletes. The results obtained for RFM were higher than those for LHCM, which may indicate different functional reserves of these muscles. The relaxation time was lower in RFM than in LHCM. Elasticity and fluidity values were not significantly different between the study groups and the muscles under study. **Conclusion.** As a result of the study, quantitative data on the viscoelastic properties of the calf and rectus femoral muscles were obtained in highly trained middle-distance runners with intellectual disabilities. With respect to previously published data, middle-distance runners demonstrate higher values of RFM tone, stiffness, elasticity, and relaxation time when compared to short-distance runners. However, the data obtained is not sufficient to be considered a marker of an efficient muscular apparatus in the study group. In further studies, the nosological and sports-related features of viscoelastic properties will be explored.

Keywords: myotonometry, athletics, athletes with intellectual disabilities, viscoelastic properties of muscles

For citation: Krasnoperova T.V., Ageev E.V. Viscoelastic properties of lower extremity muscles in highly trained middle distance runners with intellectual disabilities. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(1):121–127. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240114

Введение. Мышцы являются конечным исполнительным органом при выполнении физических упражнений, их функциональное состояние отражает потенциальные возможности мышечной системы для достижения высоких спортивных результатов. При выполнении бега икроножная и прямая мышца бедра выполняют существенную нагрузку относительно других мышц, поэтому их оценка имеет существенное значение в подготовке легкоатлетов высокой квалификации. Учёт состояния данных мышц особенно важен для легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями ввиду их специфического понимания и воспроизведения техники [2], в том числе и в беге на средние дистанции.

Для текущего и оперативного контроля состояния опорно-двигательного аппарата в последнее время все большее применение

находит метод миотонометрии (МТМ). Использование данного метода заключается в регистрации естественного затухания колебаний биологических тканей в виде сигнала ускорения и последующего одновременного расчета параметров, связанных с измеряемой тканью, включая ее состояние напряжения, а также биомеханические и вязкоупругие свойства [5]. В табл. 1 представлена краткая характеристика изучаемых параметров данным методом.

Для изучения вязко-эластических свойств мышц также применяются такие методы, как магнитно-резонансная [6] и ультразвуковая эластография [11], а также тензиомиография [9]. Несмотря на высокую точность и эффективность, данные методы имеют ряд недостатков: они являются дорогостоящими, громоздкими, сложными в содержании и требуют

Таблица 1
Table 1

Изучаемые параметры методом миотонометрии
Parameters studied by myotonometry

Параметр	Характеристика
Состояние напряжения F – частота колебаний, Гц	Тонус (внутреннее напряжение на клеточном уровне)
Динамическая жесткость S, Н/м	Сопротивление сокращению или внешней силе, которая деформирует его первоначальную форму
Декремент упругости D – эластичность, у. е.	Эластичность ткани
Время релаксации механического напряжения R, мс	Время, при котором мышца восстанавливает свою форму после деформации от произвольного сокращения
Вязкоупругие свойства (текучесть биоматериала) C, у. е.	Характеризует текучесть (число Деборы показывает степень текучести материала в эксперименте или отношение времени деформации и релаксации)

наличия специалиста. Миотонометрия, напротив, позволяет использовать данный метод в полевых условиях, при этом он неинвазивен, прост в обращении и не требует специальных навыков применения [10].

Однако в литературе встречается не так много работ, посвященных исследованию вязко-эластических свойств мышц в легкой атлетике [1, 3] и особенно у спортсменов-паралимпийцев [4], что делает затруднительным сравнительный анализ. Работы таких специалистов, как Stefaniak [12] и Lall [8], направлены на изучение вязко-эластических особенностей нижних конечностей, однако они не учитывают адаптационных изменений, накладываемых спортивной специализацией и нозологической спецификой.

Учет особенностей ведущих мышц нижних конечностей при беге на средние дистанции у высококвалифицированных легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями может предоставить важную информацию, используемую при разработке тренировочного плана, модельных ориентиров и программ реабилитации после травм у спортсменов данной нозологии.

Цель исследования: изучить вязко-эластические свойства икроножной и прямой мышцы бедра у высококвалифицированных легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями, специализирующихся в беге на средние дистанции.

Материалы и методы. У 24 высококвалифицированных (КМС, МС, МСМК) легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями (легкой степенью умственной отсталости), специализирующихся в беге на средние дистанции (11 женщин и 13 мужчин), оценивались вязко-эластические свойства икроножной и прямой мышцы бедра. Средний возраст спортсменов составлял $22,5 \pm 0,8$ года, стаж занятий – $6,9 \pm 0,8$ года. Исследование проведено во время чемпионата и первенства России по легкой атлетике – спорт ЛИН в г. Саранске.

Изучение вязко-эластических свойств мышц проводилось с помощью аппаратного метода MyotonPRO (Myoton Ltd, Эстония). Изучались следующие параметры: тонус, жесткость, эластичность, время релаксации и текучесть икроножной (латеральная головка – ЛГИМ) и прямой мышцы бедра (ПМБ) справа и слева в состоянии покоя в положении лежа. Для этого исследования была использована схема из пяти измерений в каждой тестируе-

мой точке мышцы и расчет среднего значения для дальнейшего анализа.

Математико-статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statgraphics 10. Рассчитывали групповые средние значения M и их стандартные ошибки m . Для парных и межгрупповых сравнений применяли t -критерий Вилкоксона. Расчетные данные представлены в виде $M \pm m$.

Результаты. Оценка состояния вязко-эластических свойств мышц нижних конечностей у высококвалифицированных легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями представлена в табл. 2.

Показатель мышечного тонуса ПМБ справа, статистически значимо ($p < 0,05$) был выше у мужчин, чем у женщин. Тонус ПМБ слева и ЛГИМ у мужчин и у женщин не отличался.

Наиболее статистически значимое ($p < 0,05$) различие выявлено между показателем жесткости ПМБ, который был выше у мужчин, чем у женщин. Жесткость ЛГИМ у мужчин и у женщин не отличалась.

Как у мужчин, так и у женщин наблюдалась статистически значимая ($p < 0,05$) разница в показателе жесткости между левой и правой сторонами ЛГИМ. Вероятно, данная асимметрия связана с тем, что у спортсменов левая нога является толчковой.

В обеих группах тонус и жесткость ПМБ были выше этих же показателей ЛГИМ, что может свидетельствовать о различных функциональных особенностях опорно-двигательного аппарата, связанных как с уровнем тренированности, так и с нозологическими особенностями.

Показатель эластичности ПМБ у мужчин и у женщин не различался. Выявлены статистически значимые ($p < 0,05$) отличия в эластичности ЛГИМ справа у женщин по сравнению с мужчинами.

Время релаксации ПМБ в обеих группах не различалось, но было статистически значимо ($p < 0,05$) ниже показателей ЛГИМ. В своей работе Kisilewicz [7] отмечает зависимость между низким значением данного параметра и меньшим рассеиванием механической энергии во время колебаний и, как следствие, более высокой эластичностью мышц, сухожилий и фасций.

Показатель текучести ПМБ у мужчин и женщин не различался. Этот же показатель ЛГИМ у мужчин и женщин был статистически значимо ($p < 0,05$) больше, чем ПМБ.

Состояние вязко-эластических свойств икроножной и прямой мышцы бедра у высококвалифицированных легкоатлетов – мужчин (n = 13) и женщин (n = 11) с интеллектуальными нарушениями

Viscoelastic properties of the calf and rectus femoris muscles in highly trained male (n = 13) and female (n = 11) athletes with intellectual disabilities

Пол Sex	Тонус, Гц Tone, Hz	Жесткость, Н/м Stiffness, N/m	Эластичность, у. е. Elasticity, c. u.	Время релаксации, мс Relaxation time, ms	Текущность, у. е. Fluidity, c. u.
Прямая мышца бедра справа / Rectus femoris muscle, right					
Мужчины Male	18,6 ± 0,6*	346,2 ± 19,2*	1,3 ± 0,06	15,2 ± 0,7	0,9 ± 0,04
Женщины Female	17,7 ± 0,6	314,5 ± 16,4	1,2 ± 0,06	15,8 ± 0,5	0,9 ± 0,03
Прямая мышца бедра слева / Rectus femoris muscle, left					
Мужчины Male	18,8 ± 0,5	347,0 ± 11,8	1,2 ± 0,07	15,0 ± 0,5	0,9 ± 0,03
Женщины Female	18,5 ± 1,1	318,1 ± 21,5	1,3 ± 0,8	15,9 ± 0,9	0,9 ± 0,03
Латеральная головка икроножной мышцы справа / Lateral head of the calf muscle, right					
Мужчины Male	15,6 ± 0,5	285,5 ± 10,9	1,2 ± 0,04	19,6 ± 0,8▲▲	1,2 ± 0,05▲▲
Женщины Female	15,6 ± 1,0	281,7 ± 18,4	1,4 ± 0,1▲	20,1 ± 1,1▲▲	1,2 ± 0,06▲▲
Латеральная головка икроножной мышцы слева / Lateral head of the calf muscle, left					
Мужчины Male	15,7 ± 0,5	297,1 ± 11,4**	1,2 ± 0,07	19,0 ± 0,9▲▲	1,1 ± 0,05▲▲
Женщины Female	15,9 ± 0,8	296,0 ± 20,4**	1,3 ± 0,07	19,35 ± 1,2▲▲	1,2 ± 0,06▲▲

Примечание. * – $p < 0,05$ справа у мужчин достоверно выше, чем у женщин (ПМБ); ** – $p < 0,05$ достоверная разница между левой и правой сторонами (ЛГИМ); ▲ – $p < 0,05$ эластичность ЛГИМ справа у женщин достоверно выше по сравнению с мужчинами; ▲▲ – $p < 0,05$ время релаксации и текущность ПМБ достоверно ниже показателей ЛГИМ.

Note. * – $p < 0.05$ significant in male athletes compared to female ones (RFM, right); ** – $p < 0.05$ significant between the left and right sides (LHCM); ▲ – $p < 0.05$ significant in female athletes compared to male ones (LHCM elasticity, right); ▲▲ – $p < 0.05$ RFM relaxation time and fluidity are significantly lower than those of LHCM.

Полученные результаты отличаются от результатов нашего прошлого исследования легкоатлетов «спринтеров» с нарушением интеллекта [2]. У легкоатлетов «средневигов» по сравнению со «спринтерами» отмечаются более высокие значения в показателях тонуса, жесткости, эластичности и более низкое время релаксации ПМБ. У легкоатлетов «спринтеров» отмечается более высокое значение тонуса и незначительное превышение жесткости, а также более низкое время релаксации ЛГИМ. Полученные данные позволяют предположить наличие взаимосвязи специализации легкоатлета с показателями вязко-эластических свойств мышц.

Представленные результаты могут свидетельствовать о хорошем функциональном состоянии изучаемых мышц, однако на данный

момент отсутствует информация о вязко-эластических свойствах мышц у высококвалифицированных легкоатлетов без нарушений в состоянии здоровья, поэтому, по нашему мнению, еще рано говорить о данных показателях как об оптимальном функциональном состоянии мышечного аппарата у высококвалифицированных легкоатлетов «средневигов» с нарушением интеллекта. В дальнейшем необходимо провести исследования с целью определения маркеров вязко-эластических свойств мышечного аппарата, характеризующих высокую эффективность при беге на средние дистанции, и их отличий от нозологических особенностей у лиц с интеллектуальными нарушениями.

Заключение. В результате исследования были определены количественные характери-

стики вязко-эластических свойств икроножной и прямой мышцы бедра у высококвалифицированных легкоатлетов с нарушением интеллекта, специализирующихся в беге на средние дистанции. Выявлены различия в показателях тонуса ПМБ справа, жесткости ПМБ у мужчин и женщин. Тонус и жесткость ПМБ были выше ЛГИМ. Время релаксации было ниже ПМБ, чем ЛГИМ. Показатели эластичности и текучести значимо не различались как между мужчинами и женщинами, так и между исследуемыми мышцами.

При сравнении с результатами прошлой

работы [2] у легкоатлетов «средневики» по сравнению со «спринтерами» отмечены более высокие значения в показателях тонуса, жесткости, эластичности и более низкое время релаксации ПМБ.

Однако пока рано говорить о выявленных показателях как о маркере высокой эффективности работы мышечного аппарата у исследуемого контингента. В дальнейших исследованиях мы постараемся определить нозологические и спортивно-адаптационные особенности вязко-эластических показателей мышц.

Список литературы

1. Влияние направленной миорелаксации на результат скоростно-силовой работы мышц легкоатлетов (спринтеров) в подготовительном периоде тренировочного процесса / А.М. Карагодина, О.В. Клычкова, В.В. Федорихин, М.А. Инев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 121–127. DOI: 10.14529/hsm210215
2. Еремушкин, М.А. Характеристика мышечной работы у спортсменов-легкоатлетов с нарушением интеллекта, слуха и детским церебральным параличом / М.А. Еремушкин, К.А. Бердюгин, Д.В. Федулова // *Вестник восстановит. медицины*. – 2021. – Т. 20, № 2. – С. 23–28. DOI: 10.38025/2078-1962-2021-20-2-23-28
3. Красноперова, Т.В. Техника легкоатлетического бега на дистанции 100 метров и состояние мышц нижних конечностей у спортсменов с нарушением интеллекта / Т.В. Красноперова, А.Н. Белева, И.Г. Иванова // *Адаптивная физ. культура*. – 2022. – Т. 89, № 1. – С. 42–45.
4. Нарский, Г.И. Оценочная характеристика нервно-мышечного аппарата квалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в спринтерском беге и прыжках / Г.И. Нарский, Е.В. Гусинец // *Известия Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины*. – 2014. – Т. 83, № 2. – С. 116–119.
5. Objective Assessment of Regional Stiffness in Vastus Lateralis with Different Measurement Methods: A Reliability Study / A. Bravo-Sánchez, P. Abián, J. Sánchez-Infante et al. // *Sensors (Basel)*. – 2021. – Vol. 21, no. 9. – P. 3213. DOI: 10.3390/s21093213
6. Eccentric and Isometric Exercises in Achilles Tendinopathy Evaluated by the VISA-A Score and Shear Wave Elastography / M. Gatz, M. Betsch, T. Dirrichs et al. // *Sports Health*. – 2020. – Vol. 12, no. 4. – P. 373–381. DOI: 10.1177/1941738119893996
7. Eccentric Exercise Reduces Upper Trapezius Muscle Stiffness Assessed by Shear Wave Elastography and Myotonometry / A. Kisilewicz, P. Madeleine, Z. Ignasiak et al. // *Front Bioeng Biotechnol*. – 2020. – Vol. 8. – P. 928. DOI: 10.3389/fbioe.2020.00928
8. Differences in Medial and Lateral Gastrocnemius Stiffness after Exercise-Induced Muscle Fatigue / P.S. Lall, A.M. Alsubiheen, M.M. Aldaihan, H. Lee // *Int J Environ Res Public Health*. – 2022. – Vol. 19, no. 21. – P. 13891. DOI: 10.3390/ijerph192113891
9. Reliability and Measurement Error of Tensiomyography to Assess Mechanical Muscle Function: A Systematic Review / S. Martín-Rodríguez, I. Loturco, A.M. Hunter et al. // *J Strength Cond Res*. – 2017. – Vol. 12. – P. 3524–3536. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002250
10. Scapular Dynamic Muscular Stiffness Assessed through Myotonometry: A Narrative Review / A.S.C. Melo, E.B. Cruz, J.P. Vilas-Boas, A.S.P. Sousa // *Sensors (Basel)*. – 2022. – Vol. 22, no. 7. – P. 2565. DOI: 10.3390/s22072565
11. Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications / R.M.S. Sigrist, J. Liau, A.E. Kaffas et al. // *Theranostics*. – 2017. – Vol. 7, no. 5. – P. 1303–1329. DOI: 10.7150/thno.18650
12. Stefaniak, W. Heightened tone and stiffness with concurrent lowered elasticity of peroneus longus and tibialis anterior muscles in athletes with chronic ankle instability as measured by myotonometry / W. Stefaniak, J. Stefaniak, D. Bączkiewicz // *J Biomech*. – 2022. – Vol. 144. – P. 111339. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2022.111339

References

1. Karagodina A.M., Klychkova O.V., Fedorikhin V.V., Inev M.A. The Influence of Directed Muscle Relaxation on the Result of Speed and Strength Work of the Muscles of Athletes (Sprinters) in the Preparatory Period of the Training Process. *Human. Sport. Medicine*, 2021, no. 2, pp. 121–127. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210215
2. Eremushkin M.A., Berdyugin K.A., Fedulova D.V. [Characteristics of Muscle Work in Athletes-athletes with Intellectual, Hearing Impairment and Cerebral Palsy]. *Vestnik vosstanovitel'noy mediciny* [Bulletin of Restorative Medicine], 2021, vol. 20, no. 2, pp. 23–28. (in Russ.) DOI: 10.38025/2078-1962-2021-20-2-23-28
3. Krasnoperova T.V., Beleva A.N., Iwanowa I.G. [Evaluation Characteristics of the Neuromuscular Apparatus of Qualified Athletes Specializing in Sprinting and Jumping]. *Adaptivnaya fizicheskaya kultura* [Adaptive Physical Culture], 2022, vol. 89, no. 1, pp. 42–45. (in Russ.)
4. Narskin G.I., Gusinets E.V. [Evaluation Characteristics of the Neuromuscular Apparatus of Qualified Athletes Specializing in Sprinting and Jumping]. *Izvestiya Gomelskogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skorini* [Proceedings of the Gomel State University named after F. Skoriny], 2014, vol. 2, no. 83, pp. 116–119. (in Russ.)
5. Bravo-Sánchez A., Abián P., Sánchez-Infante J. et al. Objective Assessment of Regional Stiffness in Vastus Lateralis with Different Measurement Methods: A Reliability Study. *Sensors (Basel)*, 2021, vol. 21, no. 9, p. 3213. DOI: 10.3390/s21093213
6. Gatz M., Betsch M., Dirrichs T. et al. Eccentric and Isometric Exercises in Achilles Tendinopathy Evaluated by the VISA-A Score and Shear Wave Elastography. *Sports Health*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 373–381. DOI: 10.1177/1941738119893996
7. Kisilewicz A., Madeleine P., Ignasiak Z. et al. Eccentric Exercise Reduces Upper Trapezius Muscle Stiffness Assessed by Shear Wave Elastography and Myotonometry. *Front Bioeng. Biotechnology*, 2020, vol. 8, p. 928. DOI: 10.3389/fbioe.2020.00928
8. Lall P.S., Alsubiheen A.M., Aldaihan M.M., Lee H. Differences in Medial and Lateral Gastrocnemius Stiffness after Exercise-Induced Muscle Fatigue. *International Journal Environment Research Public Health*, 2022, vol. 19, no. 21, p. 13891. DOI: 10.3390/ijerph192113891
9. Martín-Rodríguez S., Loturco I., Hunter A.M. et al. Reliability and Measurement Error of Tensiomyography to Assess Mechanical Muscle Function: A Systematic Review. *Journal Strength Cond Research*, 2017, no. 12, pp. 3524–3536. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002250
10. Melo A.S.C., Cruz E.B., Vilas-Boas J.P., Sousa A.S.P. Scapular Dynamic Muscular Stiffness Assessed through Myotonometry: A Narrative Review. *Sensors (Basel)*, 2022, vol. 22, no. 7, p. 2565. DOI: 10.3390/s22072565
11. Sigrist R.M.S., Liao J., Kaffas A.E. et al. Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications. *Theranostics*, 2017, vol. 7, no. 5, pp. 1303–1329. DOI: 10.7150/thno.18650
12. Stefaniak W., Stefaniak J., Bączkiewicz D. Heightened Tone and Stiffness with Concurrent Lowered Elasticity of Peroneus Longus and Tibialis Anterior Muscles in Athletes with Chronic Ankle Instability as Measured by Myotonometry. *Journal Biomech.*, 2022, no. 144, p. 111339. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2022.111339

Информация об авторах

Красноперова Татьяна Витальевна, кандидат биологических наук, заведующий сектором развития адаптивной физической культуры и спорта инвалидов, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия.

Агеев Евгений Владимирович, младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

Tatyana V. Krasnoperova, Candidate of Biological Sciences, Head of the Sector for the Development of Adaptive Physical Culture and Sports for the Disabled, St. Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, St. Petersburg, Russia.

Evgeniy V. Ageev, Junior Researcher, St. Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, 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 22.08.2023

The article was submitted 22.08.2023