УДК 612.532

Сравнение жесткости икроножной мышцы перед соревнованиями у спринтеров с ограниченными возможностями здоровья массовых спортивных разрядов

Краснoперова Т.В., Агеев Е.В.*, Барябина В.Ю.
Санкт-Петербургский научно исследовательский институт физической культуры
г. Санкт-Петербург, Россия
ORCID: 0000-0002-3898-8400, tvkbox@gmail.com
*ORCID: 0000-0002-3735-0982, bleiz195@mail.ru**
ORCID: 0009-0000-3196-6623, cpsk.baryabina@mail.ru

Аннотация: В статье представлено сравнение компонентов жесткости икроножной мышцы перед соревнованиями у легкоатлетов-спринтеров массовых спортивных разрядов, имеющих нарушения в состоянии здоровья. ***Научная новизна*** состоит в сравнении компонентов мышечной жесткости перед соревнованиями у здоровых легкоатлетов и легкоатлетов с ограниченными возможностями здоровья. ***Практическая значимость.*** Данная работа будет полезна тренерам при подготовке легкоатлетов-паралимпийцев. ***Методы исследования:*** В исследовании приняли участие 60 легкоатлетов массовых спортивных разрядов (1-2-й спортивный разряд): 20 легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями: 10 юношей и 10 девушек; 20 легкоатлетов с нарушением зрения: 10 юношей и 10 девушек, а также 20 легкоатлетов без ограниченных возможностей здоровья: 10 юношей и 10 девушек. С помощью метода миотонометрии (MyotonPro) проводилась оценка компонентов мышечной жесткости: тонуса, динамической жесткости, эластичности, времени релаксации и текучести икроножной мышцы (латеральная головка) справа и слева в состоянии покоя в положении лежа за 30-45 минут до начала соревнований. ***Результаты.*** Выявлено различие в компонентах жёсткости икроножной мышцы у легкоатлетов массовых спортивных разрядов различных нозологий, специализирующихся в спринтерском беге. У легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями отмечались более высокий тонус и наименьшее время релаксации относительно других групп. Кроме этого, по показателям тонуса, динамической жесткости и времени релаксации у спортсменов данной нозологической группы наблюдалась асимметрия. Между здоровыми легкоатлетами и легкоатлетами с нарушением зрения не было обнаружено статистически достоверных различий, однако у легкоатлеток с нарушением зрения эластичность (справа) была выше, чем у представительниц других групп. ***Заключение.*** Данное исследование показывает различия мышечной жесткости у легкоатлетов с нарушением интеллекта уже на ранних этапах становления спортивного мастерства, что в дальнейшем может отразиться на динамике спортивных результатов.
Ключевые слова: миотонометрия, спортивная квалификация, легкоатлеты с интеллектуальными нарушениями, легкоатлеты с нарушением зрения, компоненты мышечной жесткости.

Для цитирования: Краснoперова Т.В., Агеев Е.В.*, Барябина В.Ю. Сравнение жесткости икроножной мышцы спринтеров с ограниченными возможностями здоровья массовых спортивных разрядов перед соревнованиями. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2023; 18(3): 5-9.

Comparison of calf muscle stiffness before competitions in sprinters with disabilities of mass sports categories

Tatyana V. Krasnoperova, Evgeniy V. Ageev*, Valentina Yu. Baryabina
Saint Petersburg Scientific Research Institute of Physical Culture
Saint Petersburg, Russia
ORCID: 0000-0002-3898-8400, tvkbox@gmail.com
*ORCID: 0000-0002-3735-0982, bleiz195@mail.ru**

ORCID: 0009-0000-3196-6623, cpsk.baryabina@mail.ru

Abstract: The article presents a comparison of the calf muscle stiffness components before competitions in track and field sprinters of mass sports categories with health disorders. ***The scientific novelty*** consists in comparing the components of muscle stiffness before competitions in healthy athletes and athletes with disabilities. ***Practical significance.*** This work will be useful for coaches in the preparation of Paralympic athletes. ***Research methods:*** 60 athletes of mass sports categories (1st-2nd sports category) took part in the study: 20 athletes with intellectual disabilities: 10 boys and 10 girls; 20 athletes with visual impairment: 10 boys and 10 girls, as well as 20 athletes without disabilities: 10 boys and 10 girls. Myotonometry (MyotonPro) was used to evaluate the components of muscle stiffness: tone, dynamic stiffness, elasticity, relaxation time and fluidity of the calf muscle (lateral head) on the right and left at rest in the prone position 30-45 minutes before the start of the competition. ***Results.*** The difference in the components of the calf muscle stiffness in athletes of mass sports categories of various nosologies specializing in sprinting was revealed. Athletes with intellectual disabilities had a higher tone and the shortest relaxation time relative to other groups. In addition, in terms of tone, dynamic stiffness and relaxation time, asymmetry was observed in athletes of this nosological group. There were no statistically significant differences between healthy athletes and athletes with visual impairment, however, the elasticity of athletes with visual impairment (on the right) was higher than that of representatives of other groups. ***Conclusion.*** This study shows the differences in muscle stiffness in athletes with intellectual disabilities already at the early stages of the sportsmanship formation, which in the future may affect the dynamics of sports results.
Keywords: myotonometry, sports qualification, athletes with intellectual disabilities, athletes with visual impairment, components of muscle stiffness.

For citation: Tatyana V. Krasnoperova, Evgeniy V. Ageev*, Valentina Yu. Baryabina. Comparison of calf muscle stiffness of sprinters with disabilities of mass sports categories before competitions. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2023; 18(3): 5-9.

Введение

Одним из факторов, влияющих на результат в беге на короткие дистанции (спринт), является функциональное состояние мышечного аппарата, меняющееся от состояния покоя к состоянию оптимальной функциональной готовности при подготовке к выполнению физической нагрузки. Во время бега на икроножную мышцу приходится значительная нагрузка, поэтому можно говорить о существенном влиянии ее состояния на время преодоления дистанции [3]. Результат также зависит от квалификации легкоатлета, с ростом которого происходят изменения в мышцах, однако нозологические особенности могут лимитировать эффективность различных элементов адаптации мышечного аппарата. Одним из таких элементов является мышечная жесткость, характеризующая скоростно-силовой потенциал легкоатлета [5].

Жесткость отражает устойчивость биологической ткани к деформации. Чем выше жесткость, тем больше необходимо энергии для изменения формы ткани. Активная жесткость мышц и сухожилий зависит от активности нервной системы и отражается в виде величины приложенной нагрузки и интенсивности мышечного сокращения. Пассивная жесткость зависит от положения сустава, длины мышцы, площади поперечного сечения, внутримышечных волокон и соединительных тканей [6].

Сегодня для оценки мышечной жесткости используется метод миотонометрии. Данный метод позволяет оперативно и неинвазивно оценивать такие компоненты мышечной жесткости, как: тонус (внутреннее напряжение на клеточном уровне), динамическую жесткость (сопротивление деформации изначальной формы), эластичность (способность ткани восстанавливать свою первоначальную форму после деформации), время релаксации, текучесть (соотношение времени деформации и релаксации) [6].

Хотя миотонометрия демонстрирует высокий уровень надежности при оценке мышечной жесткости [4], на данный момент не существует работ, сравнивающих мышечную жесткость перед соревнованиями у спортсменов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и спортсменов без ОВЗ.

Предполагается, что различные нозологические особенности, такие как, например, нарушение зрения [1] или умственная отсталость [2], могут оказывать влияние на компоненты жесткости икроножной мышцы легкоатлетов уже на ранних этапах спортивной специализации. Этот факт послужил предпосылкой для настоящего исследования.

Цель исследования: сравнить компоненты жесткости икроножной мышцы перед соревнованиями у легкоатлетов-спринтеров массовых спортивных разрядов с ограниченными возмож-

ностями здоровья и здоровых легкоатлетов.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 60 легкоатлетов массовых спортивных разрядов (1-2-й спортивный разряд), среди которых: 20 легкоатлетов с интеллектуальными нарушениями – группа ЛИН (спорт ЛИН): 10 юношей и 10 девушек в возрасте 18,8 ± 2,8 лет; 20 легкоатлетов с нарушением зрения – группа НЗ (спорт слепых): 10 юношей и 10 девушек в возрасте 16,9 ± 1,9 лет; а также легкоатлеты без отклонений в состоянии здоровья: 10 юношей и 10 девушек в возрасте 16,1 ± 1,2 лет.

С помощью метода миотонометрии (MyotonPro) проводилась оценка компонентов мышечной жесткости: тонуса, динамической жесткости, эластичности, времени релаксации и текучести. У легкоатлетов исследовалась икроножная мышца (латеральная головка) справа и слева в состоянии покоя в положении сидя за 30-45 минут до начала соревнований. Была использована стандартная схема из пяти измерений в тестируемой точке мышцы и расчет среднего значения для дальнейшего анализа.

Математико-статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью программы Statgraphics 19. Рассчитывались групповые средние значения (M) и их стандартные ошибки (m). Расчетные данные представлены в виде M±m. Исследуемые выборки были проверены на нормальность распределения количественных показателей с помощью критерия Шапиро-Уилка. Сравнение исследуемых групп производилось с помощью одностороннего дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса.

Результаты и обсуждение

Оценка тонуса икроножной мышцы в предстартовом состоянии выявила статистически значимо ($P<0,05$) более высокие показатели у юношей (справа) и девушек (с обеих сторон) группы ЛИН относительно показателей других групп. При этом показатели юношей справа были статистически значимо ($P<0,05$) выше, чем у девушек во всех группах. Между группами легкоатлетов с нарушением зрения (НЗ) и здоровыми легкоатлетами как у юношей, так и у девушек не выявлено различий с правой и левой сторон.

Динамическая жесткость икроножной мышцы юношей всех групп статистически значимо не различались, однако у юношей и девушек группы ЛИН показатели были несколько выше. В обеих группах ЛИН наблюдалась асимметрия, которая, по-видимому, является их нозологической особенностью. У юношей всех групп данный показатель был статистически значимо ($P<0,05$) выше показателей здоровых девушек и девушек с НЗ. Между группами здоровых девушек и девушек с НЗ не было выявлено различий, в то время как у девушек группы ЛИН справа и слева были установлены статистически значимо ($P<0,05$) более высокие показатели, характерные для юношей.

Таблица 1

Состояние компонентов жесткости икроножной мышцы здоровых легкоатлетов с легкоатлетами групп ЛИН и групп НЗ массовых спортивных разрядов, специализирующихся в беге на короткие дистанции перед соревнованиями

Компоненты мышечной жесткости	Сторона	ЛИН		НЗ		Здоровые спортсмены	
		Ю (n = 10)	Д (n = 10)	Ю (n = 10)	Д (n = 10)	Ю (n = 10)	Д (n = 10)
Тонус (Гц)	Справа	15,2* ±2,1	15,1* ±0,4	14,0 ±1,2	12,2 ±0,8	13,6 ±0,3	12,1 ±0,7
	Слева	14,3 ±1,4	14,1* ±0,6	14,0 ±1,0	12,8 ±0,4	14,4 ±1,3	12,0 ±0,7
Динамическая жесткость (Н/м)	Справа	269,8° ±51,5	262,0* ±8,4	254,3° ±15,8	213,8 ±2,9	253,0° ±25,9	204,3 ±27,0
	Слева	245,5° ±34,1	246,5* ±12,0	251,3° ±23,3	222,5 ±22,7	257,0° ±26,0	199,1 ±24,9
Эластичность (у.е.)	Справа	1,23 ±0,16	1,2 ±0,23	1,30 ±0,1	1,33 ±0,1	1,33 ±0,3	1,16 ±0,3
	Слева	1,23 ±0,26	1,2 ±0,2	1,24 ±0,1	1,14 ±0,2	1,26 ±0,2	1,1 ±0,2
Время релаксации (мс)	Справа	20,7* ±2,8	20,4* ±0,1	22,5° ±1,9	24,4 ±1,4	22,4° ±2,0	25,2* ±1,4
	Слева	22,2 ±2,5	22,4 ±0,7	22,3 ±2,4	23,8 ±1,4	21,5 ±1,9	25,5* ±1,7
Текучесть (у.е.)	Справа	1,28 ±0,16	1,2 ±0,13	1,3 ±0,1	1,4 ±0,1	1,3 ±0,1	1,4 ±0,1
	Слева	1,35 ±0,13	1,3 ±0,16	1,3 ±0,1	1,4 ±0,1	1,3 ±0,1	1,5 ±0,1

Примечания:
* – P<0,05 – статистически достоверное различие между группами;
° – P<0,05 статистически достоверное различие между юношами и девушками;
Ю – юноши; Д – девушки;
ЛИН – лица с интеллектуальными нарушениями, НЗ – нарушение зрения

Статистически значимо (P<0,05) наименьшее время релаксации отмечалось у обеих групп ЛИН (справа), наибольшее (P<0,05) – в группе здоровых девушек. В группе ЛИН, как у юношей, так и у девушек, наблюдалась асимметрия по данному показателю. У здоровых юношей и юношей с НЗ время релаксации (справа) было статистически значимо (P<0,05) меньше показателей девушек тех же групп.

Анализ эластичности и текучести не выявил межгрупповых различий, однако у легкоатлеток с НЗ эластичность (справа) была выше, чем у девушек в других группах.

Таким образом, данное исследование демонстрирует различие свойств мышечной жесткости между здоровыми легкоатлетами и легкоатлетами спорта слепых и спорта ЛИН уже на ранних этапах становления спортивной специализации. Это позволяет выдвинуть гипотезу о компенсаторном изменении мышечного аппарата, которое также может проявляться, помимо икроножной мышцы, на других мышцах, участвующих в выполнении спринтерского бега и различаться в зависимости от квалификации спортсмена.

Заключение

Проведенное исследование выявило различие в компонентах жёсткости икроножной мышцы у легкоатлетов различных нозологий массовых спортивных разрядов, специализирующихся в спринтерском беге. У легкоатлетов с нарушением интеллекта отмечались более высокий тонус, наименьшее время релаксации относительно других групп. Кроме этого, по показателям тонуса, динамической жесткости и времени релаксации наблюдалась асимметрия. Между здоровыми легкоатлетами и легкоатлетами с нарушением зрения не было обнаружено статистически достоверных различий, однако у легкоатлеток с НЗ эластичность (справа) была выше, чем у девушек других групп. Данное исследование показывает различия мышечной жесткости у легкоатлетов группы ЛИН уже на ранних этапах становления спортивного мастерства, что в дальнейшем может отразиться на динамике спортивных результатов.

Список литературы

1. Красноперова Т.В. Возможность использования миотонометрии как экспресс-метода исследования моторной асимметрии у спортсменов с нарушением зрения. *Адаптивная физическая культура*. 2023; 93(1): 4-5.

2. Красноперова Т.В. Параметры легкоатлетического бега на 800 метров и вязко-эластические свойства мышц у спортсменов с интеллектуальными нарушениями. *Адаптивная физическая культура*. 2022; 90(2): 19-23.

3. Селуянов В. Биомеханизмы циклических локомоций (спринтерский бег, велосипедный

спорт, конькобежный спорт). *Наука в олимпийском спорте*. 2005; 2: 169-181.

4. Bravo-Sánchez A. Objective Assessment of Regional Stiffness in Vastus Lateralis with Different Measurement Methods: A Reliability Study. *Sensors (Basel)*. 2021;21(9): 3213.

5. McGowen JM. The Utility of Myotonometry in Musculoskeletal Rehabilitation and Human Performance Programming. *J Athl Train*. 2022; 14.

6. Peipsi A. Kosemets M. *MyotonPRO User Manual*. Published online. 2023: 115.

References

1. Krasnoperova T.V. The possibility of using myotonometry as an express method of studying motor asymmetry in athletes with visual impairment. *Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura*. 2023; 93(1): 4-5.

2. Krasnoperova T.V. Parameters of athletics running for 800 meters and visco-elastic properties of muscles in athletes with intellectual disabilities. ***Adaptivnaya fizicheskaya kul'tura.*** 2022; 90(2): 19-23.

3. Seluyanov V. Biomechanisms of cyclic locomotion (sprinting, cycling, speed skating). *Nauka v Olimpijskom sporte*. 2005; 2: 169-181.

4. Bravo-Sánchez A. Objective Assessment of Regional Stiffness in Vastus Lateralis with Different Measurement Methods: A Reliability Study. *Sensors (Basel)*. 2021;21(9): 3213.

5. McGowen JM. The Utility of Myotonometry in Musculoskeletal Rehabilitation and Human Performance Programming. *J Athl Train*. 2022; 14.

6. Peipsi A. Kosemets M. *MyotonPRO User Manual*. Published online. 2023: 115.

Статья поступила в редакцию: 28.07.2023

Краснoперова Татьяна Витальевна *– кандидат биологических наук, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 191040, Россия, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр. 56, литера "Е", e-mail: tvkbox@gmail.com*

Агеев Евгений Владимирович *– младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 191040, Россия, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр. 56, литера "Е", e-mail: bleiz195@mail.ru*

Барябина Валентина Юрьевна *– младший научный сотрудник, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, 191040, Россия, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр. 56, литера "Е", e-mail: cpsk.baryabina@mail.ru*