Дата публикации: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_9
УДК 612.83; 612.741

Publication date: 01.03.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_9
UDC 612.83; 612.741

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ И ВЫЗВАННОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ВИДОВ СПОРТА

Е.В. Ланская, Р.М. Городничев
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», г. Великие Луки, Россия

Аннотация. Целью данного исследования явилось изучение параметров произвольной и вызванной активности мышц у представителей разных видов спорта. В исследовании приняли участие 32 спортсмена мужского пола, специализирующихся в пауэрлифтинге, легкоатлетическом беге на короткие и длинные дистанции. У спортсменов с мышц бедра и голени проводилась регистрация вызванных моторных ответов посредством чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на уровне позвонков T12-L1 в состоянии мышечного покоя и поверхностной электромиографии при выполнении спортивных движений. Проведенное исследование выявило особенности функционального состояния нервно-мышечного аппарата у представителей разных видов спорта при электрически вызванной и произвольной активности мышц.

Ключевые слова: чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга, электромиография, спортсмены, нервно-мышечный аппарат.

PARAMETERS OF VOLUNTARY AND INDUCED MUSCLE ACTIVITY IN REPRESENTATIVES OF DIFFERENT SPORTS

E.V. Lanskaya, R.M. Gorodnichev
Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, Velikiye Luki, Russia

Abstract. The objective of this study – to examine the parameters of voluntary and induced muscle activity in representatives of different sports. The study involved 32 male athletes specializing in powerlifting, short- and long-distance track-and-field running. In athletes with thigh and shin muscles, evoked motor responses were recorded by percutaneous electrical stimulation of the spinal cord at the T12-L1 vertebral level in a state of muscle rest and surface electromyography during athletic movements. The study revealed the features of the functional state of the neuromuscular system in representatives of different sports with electrically induced and voluntary muscle activity.

Keywords: percutaneous electrical stimulation of the spinal cord, electromyography, athletes, neuromuscular system.

Введение. Адаптация моторной системы человека к специфической спортивной деятельности проявляется в функциональных перестройках нервно-мышечного аппарата (НМА) [1, 2]. Физиология мышечной деятельности ставит перед собой задачи, заключающиеся в оценке не только функционального состояния мышечной системы, но и систем ее обеспечения и регуляции. Электронейромиографические (стимуляционные) методы исследования, в числе которых чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ), предоставляют объективные возможности осуществления функциональной диагностики НМА спортсменов. В отличие от электронейромиографических электромиографические (ЭМГ) методы тестирования регистрируют не рефлекторную двигательную активность, то есть вызванную искусственным электрическим раздражением структур нервной системы, а произвольную для регистрации и анализа потенциалов действия, возникающих в скелетных мышцах при различных по координационной структуре движениях. Наиболее распространенной и доступной в практическом использовании является поверхностная ЭМГ.

Широкий спектр электрофизиологических методов делает их перспективными для применения в области физиологии мышечной деятельности, благодаря которым можно получить точные сведения о функционировании нервных и мышечных структур, входящих в систему управления движениями [3, 4]. В связи с вышеизложенным, цель

данного исследования заключалась в изучении параметров произвольной и вызванной активности мышц у представителей разных видов спорта.

Методы и организация исследования. В исследовании приняли участие 32 квалифицированных спортсмена мужского пола, специализирующихся в пауэрлифтинге, легкоатлетическом беге на короткие и длинные дистанции. Квалификация спортсменов – I взрослый разряд, кандидаты в мастера спорта. Средний стаж спортивной деятельности – 11,35±1,63 лет. Общая характеристика участников представлена в таблице 1.

Таблица 1

Общая характеристика участников исследования, M±SD

Группы спортсменов	Возраст, лет	Длина тела, см	Масса тела, кг
Бегуны-спринтеры (100 м), n=10	22,00±1,80	171,2±2,89	72,9±3,57
Бегуны-стайеры (5 000 м), n=10	23,07±1,38	177,23±3,27	72,26±2,13
Пауэрлифтеры, n=10	22,35±1,69	170,4±2,80	76,16±4,20

Обследовались только здоровые лица, которые на период исследований не имели острых и хронических заболеваний. Все спортсмены были обследованы на специально-подготовительном этапе подготовительного периода годичного цикла спортивной тренировки. К исследованию привлекались только испытуемые-правши, регистрация ответов осуществлялась с ведущей нижней конечности. Литературные данные подтверждают, что абсолютному большинству спортсменов, независимо от специализации, присуще «правшество» сенсомоторных функций [5]. Каждый спортсмен в день его участия в исследовании был освобожден от тренировок. Все испытуемые получили подробную информацию по проводимым исследованиям и дали письменное согласие на участие в них в соответствии с Хельсинкской декларацией.

Первый этап исследований проводился на базе Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры Великолукской государственной академии физической культуры и спорта (ВЛГАФК). Во время исследования испытуемые находились в положении лежа на медицинской кушетке, и в состоянии мышечного покоя осуществлялась регистрация вызванных моторных ответов (ВМО) с мышц бедра и голени (двуглавой и прямой мышц бедра, камбаловидной, передней большеберцовой) при ЧЭССМ, приложенной со стороны остистых отростков на уровне позвонков T12-L1 [6, 7]. Для отведения и регистрации ВМО использовался 8-канальный электронейромиограф «Нейро-МВП-8» (ООО «Нейрософт», Россия, 2006). Активный стимулирующий гибкий дисковый электрод (катод) диаметром 30 мм из самоклеющейся токопроводящей резины (FIAB, Италия) располагался поочередно в двух точках по средней линии позвоночника накожно на уровне поясничного (позвонки T12-L1) утолщения спинного мозга между остистыми отростками. Индифферентные накожные электроды (аноды) – гибкие пластины прямоугольной формы (45×80 мм), изготовленные из самоклеющейся токопроводящей резины («FIAB», Италия) – располагались симметрично на подвздошных гребнях тазовых костей. Для регистрации ВМО наносили прямоугольные электрические стимулы длительностью 1 мс и интенсивностью от 0 до 100 мА. С целью предотвращения следовых эффектов пауза между импульсами составляла не менее 15 с. Анализировались порог и амплитуда ВМО. Расстояние между отводящими электродами составляло 20 мм.

На втором этапе исследования применялся метод поверхностной ЭМГ для регистрации биопотенциалов мышц бедра и голени с помощью 16-ти канального электромиографа «MegaWin ME 6000» (Финляндия, 2008). Для регистрации электромиограмм (ЭМГ) использовались одноразовые накожные электроды с межэлектродным расстоянием 20 мм. Исследование с участием пауэрлифтеров проводилось в специализированном тренажерном зале учебно-спортивного комплекса ВЛГАФК. Спортсмены выполняли становую тягу штанги в стиле «сумо» (три подхода с однократным выполнением

каждого упражнения в подходе; протоколировался лучший показатель по технике выполнения/результату ЭМГ). Спортсмены относились к весовой категории 82,5 кг. Вес штанги составлял 90% от индивидуального максимума. Исследование с участием бегунов-легкоатлетов проводилось в спортивном зале легкой атлетики учебно-спортивного комплекса ВЛГАФК. Спортсмены, специализирующиеся в беге на короткие и длинные дистанции, пробегали отрезки дистанции (30 м) с разной скоростью. Скорость во время максимального спринтерского теста соответствовала темпу на 100 м, а стайерского – на 5000 м. Каждый спортсмен выполнял 3 забега, между забегами были паузы отдыха, достаточные для восстановления. Анализировались результаты ЭМГ мышц при всех трех забегах. У всех обследованных спортсменов была изучена амплитуда ЭМГ.

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программного пакета STATISTICA 13.0. При описании количественных данных использовались расчетные показатели: M (Mean) – среднее арифметическое, SD (Standard Deviation) – стандартное отклонение. Для анализа межгрупповых различий использованы: параметрический критерий статистической обработки при нормальном распределении данных (One-way ANOVA для множест-венного сравнения независимых переменных с post-hoc анализом Newman-Keuls) и непараметрический его аналог при ненормальном распределении данных (Kruskal-Wallis test для множественного сравнения независимых переменных). Анализ распределения признаков на нормальность проводили с помощью критериев Shapiro-Wilk test, а условие равенства дисперсий выборок проверяли по критерию Levene’s test. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 5% (p=0,05).

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнение показателей параметров ВМО мышц бедра и голени, зарегистрированных при ЧЭССМ на уровне позвонков T12-L1, выявило статистически значимые различия между группами спортсменов (табл. 2). Самые низкие пороги и самые высокие значения амплитуды ВМО всех тестируемых мышц регистрировались у легкоатлетов, специализирующихся в беге на длинные дистанции, по сравнению с другими спортсменами. У пауэрлифтеров обнаружены диаметрально противоположные характеристики ВМО. Так, например, при ЧЭССМ порог ВМО двуглавой мышцы бедра у пауэрлифтеров составил в среднем по группе 49,00±4,43 мА, который был выше на 59,9 %, чем у стайеров ($p<0,05$), и на 19,5 %, чем у спринтеров ($p>0,05$). Значения амплитуды ВМО данной мышцы у стайеров значительно превышали таковые у пауэрлифтеров ($p<0,01$). Несмотря на разницу в изучаемых параметрах ВМО мышц у спринтеров и стайеров, достоверно значимые отличия были выявлены только в показателях амплитуды ВМО камбаловидной мышцы ($p<0,001$) между этими группами.

Метод ЧЭССМ был предложен, описан и использован группами авторов [6, 7], которые показали, что при чрескожной стимуляции умеренной интенсивности поясничного отдела спинного мозга в мышцах нижних конечностей регистрируются рефлекторные двигательные ответы, имеющие моносинаптическую природу. Таким образом, при ЧЭССМ активируются главным образом нейроны афферентных дорсальных корешков спинного мозга, и в рефлекторных моторных ответах имеется моносинаптический компонент. Рефлекторное управление мышечной активностью в немалой степени зависит от спинальных механизмов, представленных сложной системой мотонейронов, которые на сегментарном уровне принимают участие в реализации двигательного акта [8].

Результаты нашего исследования и физиологические особенности формирования ВМО бедра и голени при ЧЭССМ позволяют заключить, что для легкоатлетов-стайеров, адаптированных к длительной циклической работе на выносливость в режиме большой мощности, характерна самая высокая рефлекторная возбудимость α-мотонейронов, иннервирующих мышцы бедра и голени. По сравнению со стайерами у пауэрлифтеров, систематически выполняющих кратковременные ациклические физические нагрузки силового характера,

уровень рефлекторной возбудимости мотонейронов поясничного утолщения спинного мозга при электрически вызванном (непроизвольном) сокращении мышц был значительно ниже, но в основном достоверно значимо не отличался от такового в группе легкоатлетов-спринтеров, адап-тированных к непродолжительной циклической работе максимальной мощности и требующей преимущественно развития быстроты.

Таблица 2

Показатели параметров вызванных моторных ответов (ВМО) при чрескожной электрической стимуляции спинного мозга у представителей разных видов спорта, M±SD

Параметры ВМО	1. Пауэрлифтеры	2. Спринтеры	3. Стайеры
Двуглавая мышца бедра			
Порог, мА	49,00±4,43*	41,00±3,41	30,63±2,68
Амплитуда, мВ	1,60±0,39**	3,31±0,59	5,23±0,30
Прямая мышца бедра			
Порог, мА	50,50±3,46**	40,00±4,97	25,63±2,42
Амплитуда, мВ	1,23±0,22*	2,68±0,63	3,91±0,40
Камбаловидная мышца			
Порог, мА	52,50±2,45*	43,50±3,14	31,88±3,24
Амплитуда, мВ	2,20±0,88***	4,33±0,80***	7,03±0,53
Передняя большеберцовая			
Порог, мА	56,50±4,31**	46,50±5,45	36,25±2,99
Амплитуда, мВ	0,88±0,09*	2,66±0,70	3,86±0,88

Примечание: достоверные отличия от соответствующего показателя в группе стайеров при * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Установленная в результате исследования самая высокая у стайеров и более низкая у пауэрлифтеров и спринтеров рефлекторная возбудимость α-мотонейронов поясничного утолщения спинного мозга мышц-мишеней может объясняться более эффективной синаптической передачей от кортикоспинальных нервных клеток к α-мотонейронам под влиянием долговременной адаптации к длительной работе на выносливость [9], меньшей выраженностью нейрональных тормозных механизмов спинного мозга у стайеров по сравнению со спринтерами и силовиками [10, 11], а также разным соотношением в мышцах спортсменов медленных и быстрых ДЕ, отличающихся морфофункциональными характеристиками уровнем возбудимости их мотонейронов и [12].

Идеальной моделью для изучения механизмов разнообразных движений служит двигательная деятельность спортсменов, а применение метода поверхностной ЭМГ позволяет получить ценный материал о взаимодействии и уровнях активности работающих мышц при выполнении таких движений. Вторая серия исследований посвящена изучению биоэлектрической активности скелетных мышц при выполнении спортивных движений, характерных для пауэрлифтинга и легкоатлетического бега на разные дистанции. На рисунках 1 и 2 представлены типичные записи электроактивности мышц при выполнении спортивных движений пауэрлифтерами и легкоатлетами.

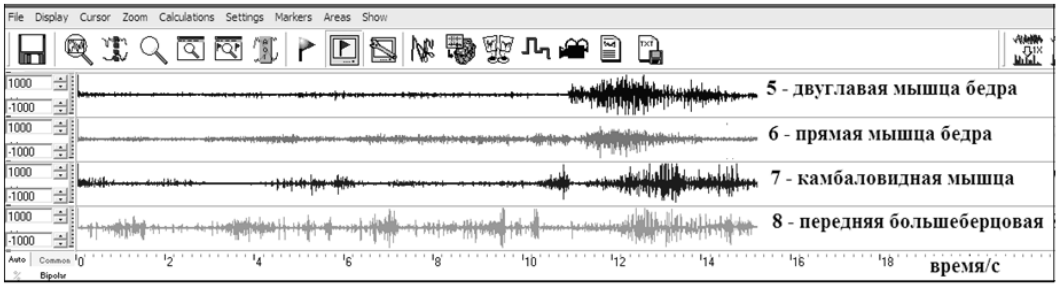


Рис. 1. Типичный образец записи электромиографии мышц при выполнении пауэрлифтерами становой тяги

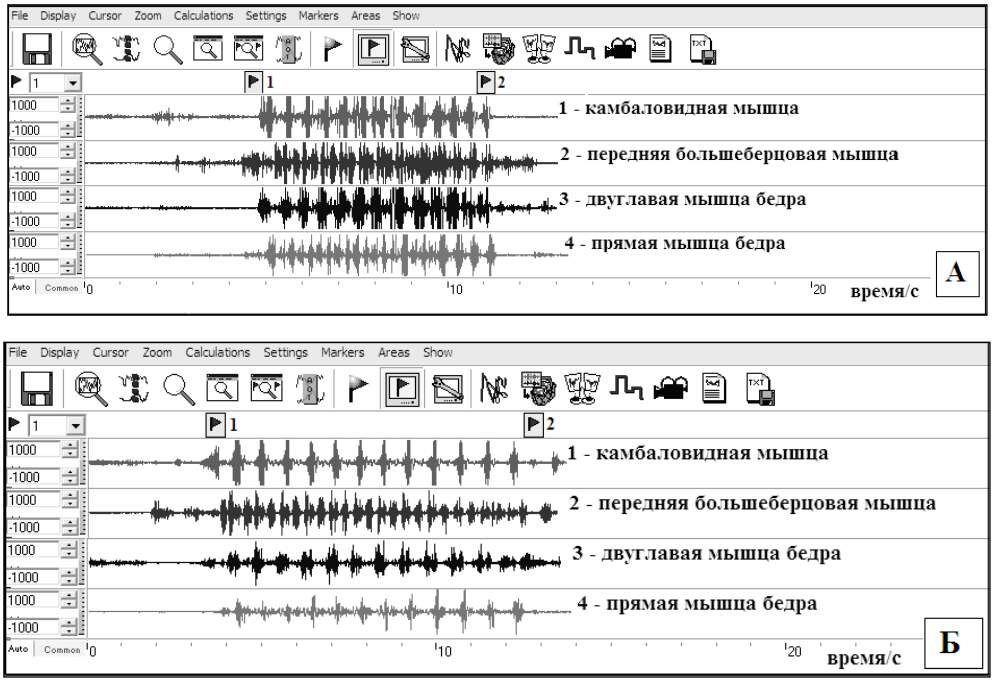


Рис. 2. Типичные образцы записей электромиографии мышц при спринтерском (А) и стайерском (Б) беге

Приседание со штангой на плечах, жим штанги лежа на горизонтальной скамье и становая тяга штанги являются соревновательными дисциплинами в пауэрлифтинге (силовом троеборье). В данной работе представлены показатели амплитуды ЭМГ при выполнении пауэрлифтерами становой тяги штанги в стиле «сумо», так как при выполнении именно этого упражнения электроактивность мышц бедра и голени была самой высокой. Об этом свидетельствуют результаты собственных исследований [13].

ЭМГ-исследование позволило установить, что у легкоатлетов во время спринтерского бега средняя амплитуда ЭМГ всех исследуемых мышц голени была значительно более высокой, чем при выполнении становой тяги и стайерского бега (табл. 3). Вероятно, что при реализации движений циклического характера с высокой скоростью сокращения мышц более высокий уровень их электрической активности связан с механизмами рекрутирования большего количества ДЕ, чем при выполнении других спортивных движений.

Таблица 3

Среднегрупповые показатели амплитуды электромиографии у представителей разных видов спорта во время выполнения спортивных движений (мкВ), M±SD

Мышцы	1. Пауэрлифтеры (становая тяга штанги в стиле «сумо»)	2. Спринтеры (спринтерский бег)	3. Стайеры (стайерский бег)
Двуглавая мышца бедра	217,12±23,57	227,9±34,2	148,8±24,8*
Прямая мышца бедра	110,67±4,86	168,5±16,1	105,2±11,2
Камбаловидная мышца	124,23±4,56*	217,8±27,1	139,1±16,5
Передняя большеберцовая мышца	119,1±18,1*	194,8±20,4	137,9±6,9

Примечание: достоверные отличия от соответствующего показателя в группе спринтеров при * $p<0,05$

Во время становой тяги, спринтерского и стайерского бега среди тестируемых мышц наиболее высокую электроактивность проявляла двуглавая мышца бедра, с

которой зарегистрированы самые высокие показатели амплитуды ЭМГ (соответственно 217,12±23,57 мкВ, 227,9±34,2 мкВ, 148,8±24,8 мкВ). Данная мышца в большей степени вовлечена в совершаемую работу и является «ведущей», по сравнению с которой другие мышцы демонстрировали меньшую электроактивность.

Заключение. Проведенные серии исследований позволили изучить и выявить отличительные особенности функционального состояния НМА у спортсменов, тренирующих быстроту, выносливость и силу. Такое исследование имеет фундаментальное значение для современной физиологии движений, поскольку позволяет, с одной стороны, оценивать функциональное состояние центральных нервных структур, а с другой стороны – состояние самого исполнительного мышечного аппарата. У спортсменов при произвольной двигательной активности и электрически вызванном сокращении мышц выявлены отличительные особенности функционирования НМА в разных условиях его деятельности. В результате анализа показателей ВМО, зарегистрированных при ЧЭССМ, самая высокая рефлекторная возбудимость спинальных α-мотонейронов выявлена у атлетов, адаптированных к физическим нагрузкам на выносливость. У спортсменов во время стайерского бега мы регистрировали самую низкую электроактивность мышц. У пауэрлифтеров наблюдалась прямо противоположная картина: наибольший порог возбуждения, наименьшая амплитуда ВМО наряду с самой высокой электроактивностью мышц при выполнении становой тяги.

Полученные данные можно объяснить тем, что при длительной работе на выносливость наиболее активны медленные ДЕ, которые преобладают в составе рабочих мышц у стайеров. Для мышечных волокон в составе медленных ДЕ характерны относительно низкие сила и скорость сокращения. Спинальные мотонейроны таких ДЕ обладают высокой возбудимостью, что подтверждают такие параметры сегментарных ВМО у стайеров, как пороги и максимальная амплитуда. При выполнении высокомощностных кратковременных физических нагрузок, направленных преимущественно на развитие силы или быстроты, наоборот, активны быстрые ДЕ, мышечные волокна которых характеризуются быстрой скоростью и высокой силой сокращения, но относительно невысокой возбудимостью их спинальных мотонейронов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городничев, Р.М. Физиология силы/Р.М. Городничев, В.Н.Шляхтов.–М.:Спорт,2016.–232 с.
2. Нопин, С.В. Тестирование функционального состояния опорно-двигательного аппарата спортсменов циклических и ситуационных видов спорта / С.В. Нопин, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 4. – С. 25–27.
3. Noninvasive reactivation of motor descending control after paralysis / Y.P. Gerasimenko, D.C. Lu, M. Modaber [et al] // J Neurotrauma. – 2015. –Vol. 32. – № 24. – P. 1968–1980.
4. Magneto-mechanical effect of magnetic microhydrogel for improvement of magnetic neurostimulation / L. Xue, Q. Ye, L. Wu [et al] // Nano Research. – 2023. – Vol. 16. – №5. – P. 7393–7404.
5. Индивидуальный профиль асимметрии как фактор двигательного стереотипа квалифицированных спортсменов/А.С.Тришин, Е.С.Тришин, Ю.А. Кудряшова [и др.]//Физическая культура, спорт-наука и практика.–2020. – № 3. – С. 30–34.
6. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans / G. Courtine, S.J. Harkema, C.J. Dy [et al] // The Journal of Physiology. – 2007. – Vol. 582. - № 3. – P. 1125–1139.
7. Posterior root-muscle reflexes elicited by transcutaneous stimulation of the human lumbosacral cord / K. Minassian, I. Persy, F. Rattay [et al] // Muscle Nerve.–2007.–Vol.35. – № 3. – P. 327–336.
8. Гусева, А.М. Возрастные изменения показателей Н-рефлекса при ритмической стимуляции / А.М. Гусева // Альманах современной науки и образования. – 2015. – № 5 (95). – С. 38–41.
9. Excitability at the motoneuron pool and motor cortex is specifically modulated in lengthening compared to isometric contractions / M. Gruber, V. Linnamo, V. Strojnik [et al] // J Neurophysiol. – 2009. – Vol. 101. – № 4. – P. 2030–2040.
10.Pre- and post-synaptic control of motoneuron excitability in athletes / D.R. Earles, J.T. Dierking, C.T. Robertson, D.M. Koceja // Med. Sci. Sports Exerc. – 2002. – Vol. 34. – № 11. – P. 1766–1772.

11.Городничев, Р.М. Пресинаптическое торможение альфа-мотонейронов спинного мозга человека при адаптации к двигательной деятельности разной направленности / Р.М. Городничев, Р.Н. Фомин // Физиология человека. – 2007. – № 2 (33). – С. 98–103.
12.Кизько, А.П. Принципы развития силовых и циклических способностей двигательных единиц различного типа и вида: учебное пособие / А.П. Кизько, Е.А. Кизько. – Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003. – 52 с.
13.Ланская, О.В. Электромиографическое исследование активности мышц у студентов физкультурного ВУЗа, специализирующихся в различных видах спорта / О.В. Ланская, Е.В. Ланская // Альманах «Новые исследования». – 2017. – № 1 (50). – С. 50–64.

REFERENCES

1. Gorodnichev R.M., Shlyakhtov V.N. Physiology of strength. Moscow: Sport, 2016. 232 p. (in Russ.)
2. Nopin S.V., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N. Functional status of locomotor system of athletes engaged in cyclic and situational sports. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2020, no. 4, pp. 25–27. (in Russ.)
3. Gerasimenko Y.P., Lu D.C., Modaber M. et al. Edgerton V.R. Noninvasive reactivation of motor descending control after paralysis. *J Neurotrauma*, 2015, vol. 32, no. 24, pp. 1968–1980.
4. Xue L., Ye Q., Wu L. et al. Magneto-mechanical effect of magnetic microhydrogel for improvement of magnetic neurostimulation. *Nano Research*, 2023, vol. 16, no. 5, pp. 7393–7404.
5. Trishin A.S., Trishin E.S., Kudryashova Yu.A. et al. Individual asymmetry profile as a factor of motor stereotype of qualified athletes. *Physical Education, Sports – Science and Practice*, 2020, no. 3, pp. 30–34. (in Russ.)
6. Courtine G., Harkema S.J., Dy C.J. et al. Modulation of multisegmental monosynaptic responses in a variety of leg muscles during walking and running in humans. *The Journal of Physiology*, 2007, vol. 582, no. 3, pp. 1125–1139.
7. Minassian K., Persy I., Rattay F. et al. Posterior root-muscle reflexes elicited by transcutaneous stimulation of the human lumbosacral cord. *Muscle Nerve*, 2007, vol. 35, no. 3, pp. 327–336.
8. Guseva A.M. Age changes of H-reflex indices during rhythmical stimulation. *Almanac of Modern Science and Education*, 2015, no. 5 (95), pp. 38–41. (in Russ.)
9. Gruber M., Linnamo V., Strojnik V. et al. Excitability at the motoneuron pool and motor cortex is specifically modulated in lengthening compared to isometric contractions. *J Neurophysiol*, 2009, vol. 101, no. 4, pp. 2030–2040.
10.Earles D.R., Dierking J.T., Robertson C.T., Koceja D.M. Pre- and post-synaptic control of motoneuron excitability in athletes. *Med. Sci. Sports Exerc*, 2002, vol. 34, no. 11, pp. 1766–1772.
11.Gorodnichev R.M., Fomin R.N. Presynaptic inhibition of alpha motoneurons of the human spinal cord during adaptation to different motor activity. *Human physiology*,2007,no.2,pp.98–103.(in Russ.)
12.Kiz'ko A.P., Kiz'ko E.A. Principles of developping strength and cyclic capabilities of different motor units: a learning guide. Novosibirsk: Publishing house of the NSTU, 2003. 52 p. (in Russ.)
13. Lanskaya O.V., Lanskaya E.V. Electromiographic study of muscle activity in students specializing in different sports in the university of physical education. *New Research*, 2017, no. 1 (50), pp. 50–64. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Елена Владимировна Ланская – заведующая канцелярией, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, e-mail: lanskaya2012@yandex.ru.
Руслан Михайлович Городничев – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и спортивной медицины, профессор кафедры физиологии и спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта», Великие Луки, e-mail: gorodnichev@vlgafc.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Elena V. Lanskaya – Head of the Office, Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, Velikiye Luki, e-mail: lanskaya2012@yandex.ru.
Ruslan M. Gorodnichev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Physiology and Sports Medicine, Professor of the Department of Physiology and Sports Medicine, Velikiye Luki State Academy of Physical Culture and Sports, e-mail: gorodnichev@vlgafc.ru.

Для цитирования: Ланская, Е.В. Изучение параметров произвольной и вызванной активности мышц у представителей разных видов спорта / Е.В. Ланская, Р.М. Городничев // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_9
For citation: Lanskaya E.V., Gorodnichev R.M. Parameters of voluntary and induced muscle activity in representatives of different sports. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 1(31). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_01_9