



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования

**«УЛЬЯНОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(УлГУ)**

Л.Толстого ул., д. 42, г. Ульяновск, 432017  
тел.: (8422) 41-07-68, факс: (8422) 41-20-88  
e-mail: [contact@ulsu.ru](mailto:contact@ulsu.ru), [www.ulsu.ru](http://www.ulsu.ru)  
ОКПО 12562696, ОГРН 1027301162965  
ИНН/КПП 7303017581/732501001

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор ФГБОУ ВО

«Ульяновский

государственный университет»

д.ф.-м.н., профессор

Б.М.Костишко



2026 года

03.02.2026 № 224/20-02/d

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет» на диссертационную работу Барканова Максима Геннадьевича «Закономерности изменения функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов-легкоатлетов в процессе чрескожной электрической стимуляции разных зон спинного мозга», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук в диссертационный совет 24.2.267.02, созданный на базе ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных (биологические науки)

**Актуальность темы диссертации и ее соответствие отрасли науки.**  
Диссертационное исследование Барканова Максима Геннадьевича, посвящено решению актуальной проблемы физиологии - влиянию электрической стимуляции разных отделов спинного мозга на изменения функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов-легкоатлетов. Актуальность исследования сопряжена с несколькими ключевыми аспектами. Во-первых, в условиях ужесточения антидопингового контроля возникает необходимость применения эффективных, не связанных с использованием фармацевтических средств, методов мобилизации естественных резервов организма, направленных на

развитие физических качеств и повышение спортивных результатов. С этих позиций актуальным представляется обоснованное в исследовании использование неинвазивной электрической стимуляции различных отделов спинного мозга, как средства повышения скоростно-силовых качеств спортсменов-легкоатлетов. Во-вторых, чрезмерные объемы и интенсивность тренировочных нагрузок в современном спорте сопряжены с риском перенапряжения физиологических функций, что отражается на росте спортивных результатов. В этих условиях важное значение приобретает поиск адекватных методик оценки функционального состояния центральной и периферической нервной системы. В работе обосновано использование электромиографической регистрации вызванных моторных ответов мышц нижних конечностей при стимуляции различных сегментов спинного мозга для оценки текущего уровня возбудимости нейронных сетей и состояния нейромышечных взаимодействий, что представляет несомненный интерес для специалистов в области спортивной физиологии и медицины. Установленное в исследовании влияние мультисегментарной и селективной ритмической электрической стимуляции сегментов спинного мозга на электромиографическую активность флексоров и экстензоров в разные фазы локомоторного акта, характер реципрокных и синергетических отношений имеют важное значение в понимании механизмов регуляции движений. Установленные эффекты мультисегментарной и селективной электростимуляции спинного мозга приобретают важное значение в сфере нейрофизиологии и медицинской реабилитации, где могут служить основой для диагностики и коррекции двигательных функции при их нарушениях различного генеза.

Диссертационное исследование выполнено на базе Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Великолукская

государственная академия физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации.

Представленная на отзыв диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 1.5.5. «Физиология человека и животных» (биологические науки) в части п.п. 3, 4, 7, 9, поскольку раскрывает закономерности нервной регуляции, системной организации физиологических функций и механизмов адаптации к экстремальным видам деятельности.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Проведённый всесторонний анализ сведений отечественных и зарубежных исследователей, позволил автору составить объективное представление о состоянии изучаемой проблемы, грамотно сформулировать цель и задачи диссертационного исследования.

Работа основывается на актуальных научных данных и концепциях в области физиологии мышечной деятельности. Научные положения и выводы обоснованы применением современных, адекватных решению поставленных задач, экспериментальных методик. Применение современного оборудования, используемого в исследовании для регистрации ЭМГ-активности мышц, видеоанализа движений, оценки характеристик вызванных моторных ответов, моделирования импульсной активности первичных и вторичных афферентов скелетных мышц нижних конечностей позволили получить объективные данные об изменениях функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов-легкоатлетов в процессе чрескожной электрической стимуляции разных зон спинного мозга.

Результаты работы в достаточной степени документированы, иллюстративны и свидетельствует о высоком качестве организации экспериментальных исследований. Выводы диссертации основаны на большом объёме фактических материалов, полученных с помощью

современных методов исследования. Методы статистической обработки корректны и адекватны решению поставленных задач.

Результаты исследований отражены в 28 научных работах, в том числе 7 статей в научных изданиях, рекомендуемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Результаты диссертации представлены и прошли апробацию на различных российских и международных научных конференциях.

Таким образом, работа демонстрирует достаточно высокую степень обоснованности основных научных положений и полученных результатов и выводов.

**Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.** Достоверность результатов диссертационной работы Барканова М.Г. обеспечена репрезентативным объёмом выборки испытуемых (53 спортсмена-легкоатлета), достаточным количеством регистрируемых параметров, применением современного высокоточного оборудования и корректной статистической обработкой данных.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в получении ряда новых оригинальных результатов, имеющих важное значение для физиологии спорта.

Установлены особенности амплитудных характеристик моторных ответов мышц нижних конечностей у легкоатлетов в ответ на чрескожную электрическую стимуляцию разных зон спинного мозга ( $T_{11}$ - $T_{12}$ ,  $L_1$ - $L_2$ ,  $Co_1$ - $Co_2$ ).

Выявлен постактивационный эффект кратковременной ритмической стимуляции копчикового сплетения, оказывающий преимущественно облегчающее влияние на возбудимость спинальных центров мышц-антагонистов у спортсменов-легкоатлетов.

Показаны фазозависимые перекрёстные ЭМГ-паттерны и специфическая активность различных групп афферентов (Ia, Ib, II) мышц-антагонистов голени при скоростном беге у спортсменов.

Описаны изменения, вызванные электростимуляцией разных зон спинного мозга при скоростных локомоторных движениях, сопровождающиеся выраженным повышением амплитуды ЭМГ экстензора бедра в фазах опоры правой и переносе левой конечностей, флексора голени в фазе переноса правой и левой конечностей, импульсной активности афферентных Ia, Ib, II волокон флексора стопы при переносе левой конечности при мультисегментарной электрической стимуляции спинного мозга в зонах T<sub>11</sub>-T<sub>12</sub> в фазу переноса и L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> в фазу опоры бегового шага совместно с ритмической электрической стимуляцией копчикового сплетения на уровне Co<sub>1</sub>-Co<sub>2</sub>.

**Значимость результатов для науки и практики.** Теоретическая значимость работы Барканова М.Г. состоит в существенном вкладе в теорию многоуровневой организации движений и управления двигательной деятельностью, углублении представлений о функционировании двигательной системы в условиях спортивных нагрузок. Полученные данные расширяют методологическую базу для оценки регуляторно-адаптивного статуса спортсменов.

Практическая значимость определяется разработкой методики трёхуровневого комбинированного электростимуляционного воздействия, которая может быть использована как дополнительное средство целенаправленной регуляции локомоций и повышения скорости движений в тренировочном процессе легкоатлетов. Предложенные методы имеют перспективы для применения в спортивной медицине, диагностике и двигательной реабилитации.

Научные положения, выводы и практические рекомендации, полученные в ходе диссертационного исследования Барканова М.Г., внедрены в практику Детско-юношеской спортивной школы №1 «Атлетика», Детско-юношеской школы № 3 «Олимпия», ООО медицинского центра «МедТайм», Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры ФГБОУ ВО

«Великолукская государственная академия физической культуры и спорта»,

**Объем и структура, общая характеристика диссертации.**

Диссертационная работа Барканова Максима Геннадьевича построена по традиционному принципу, изложена на 203 страницах текста, состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, главы, посвящённой результатам проведённых исследований, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, а также списка использованной литературы и приложений. Библиографический список включает 272 источника, включая 81 – отечественную и 191 – зарубежную работы. Диссертация иллюстрирована 7 таблицами и 42 рисунками.

Во «Введении» диссертации приведены данные об актуальности работы, сформулированы ее цель, задачи, научные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость исследования, сведения об апробации результатов.

Глава 1 посвящена обзору литературы, содержит анализ функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов, сведения о нейрофизиологических механизмах регуляции локомоторных функций, современные представления о возможностях и перспективах применения чрескожной электрической стимуляции спинного мозга в нейромодуляции моторных функций и воздействии на двигательные способности спортсменов.

В главе 2 «Материалы и методы исследования» подробно представлены характеристики испытуемых, схема исследования, описание используемых приборов, методы проведения исследования и статистической обработки данных.

В третьей главе автор экспериментально обосновал закономерности проявления рефлекторных моторных ответов в зависимости от зоны стимуляции спинного мозга, а также выявил особенности постактивационного влияния ритмической стимуляции копчикового

сплетения.

В четвертой главе автор представил особенности функционального состояния нервно-мышечного аппарата при скоростных беговых движениях у спортсменов-легкоатлетов без и в процессе стимуляции разных зон спинного мозга по данным анализа ЭМГ-паттернов, коэффициентов реципрокности и синергии, внутри- и межмышечной координации, импульсной активности первичных и вторичных афферентов мышц нижних конечностей в зависимости от фазы бегового шага. Проведен сравнительный анализ электростимуляционных воздействий разных зон спинного мозга на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата (по данным электромиографических показателей) и влияние на повышение скоростных способностей (по данным кинематических показателей) у спортсменов-легкоатлетов при скоростных локомоторных движениях.

В главе «Обсуждение результатов исследования» автор сопоставляет выявленные факты и обнаруженные закономерности с данными, представленными в научной литературе, проводит их обоснование, с использованием схем и рисунков. Результаты экспериментальных исследований, представленные в работе, дали автору возможность конкретизировать зоны спинного мозга, стимуляция которых способствует преимущественной активации проприоцептивных афферентных входов к мотонейронным пулам проксимальных и дистальных мышц-антагонистов нижних конечностей в определённые фазы бегового шага. В разделе проводится анализ физиологических механизмов нейромодуляции нервно-мышечных структур опорно-двигательного аппарата у легкоатлетов при различных видах неинвазивного электрического воздействия на спинной мозг в процессе бегового шага. Основные положения диссертации, вынесенные на защиту, выглядят убедительно и не вызывают сомнений.

Выводы, представленные автором, отражают полученные результаты диссертационного исследования и соответствуют поставленным задачам.

Практические рекомендации предлагают конкретные пути использования результатов в спортивной практике.

**Личный вклад автора.** Данные, представленные в рамках диссертационного исследования, получены лично автором при непосредственном участии во всех этапах исследовательского процесса.

**Соответствие автореферата основным положениям диссертации.** Автореферат достаточно полно отражает материалы диссертации и полностью соответствует ее основным положениям. Автореферат написан грамотно, литературным языком, хорошо иллюстрирован.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования.** Представленные в работе результаты могут служить фундаментом для развития исследований в области нейрофизиологии и дальнейшего изучения механизмов регуляции локомоторных функций. Результаты диссертационной работы могут служить основой для дальнейшего изучения физиологических механизмов неинвазивного электрического воздействия на функциональное состояние нейрональных структур центральной нервной системы и мышечного аппарата. Установленные эффекты электростимуляции различных отделов спинного мозга могут найти свое развитие в сфере диагностики неврологического двигательного статуса и дать ключ для направленного управления двигательными функциями лиц с нарушениями центральной и периферической нервной системы. Результаты исследования позволяют продолжить изучение физиологических механизмов неинвазивного электрического воздействия на функциональное состояние нейрональных структур центральной нервной системы и мышечного аппарата у спортсменов, представителей различных видов спорта. Кроме того, на базе этих методов можно исследовать бинарное взаимодействие «симметрии и асимметрии» в координационных соотношениях мышц нижних конечностей в рамках цикла бегового шага.

Результаты диссертационной работы используются в лекционных

курсах ФГБОУ ВО «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» при преподавании дисциплинам: «Методология научно-исследовательской деятельности в физической культуре», «Современные методы научных исследований и проектной деятельности в области физической культуры и спорта» образовательной программы направления подготовки 49.04.01 «Физическая культура»; «Возрастные физиологические основы подготовки спортивного резерва», «Физиологические основы подготовки спортсменов», «Электрофизиологические методы тестирования в спорте» образовательной программы направления подготовки 49.04.03 «Спорт»; «Физиология» и «Возрастная физиология» образовательной программы по научной специальности 1.5.5 Физиология человека и животных.

**Замечания и вопросы.** В качестве замечаний и пожеланий, которые не снижают значимости выполненного исследования, можно отметить следующее:

1. При знакомстве с диссертационной работой (в задачах и в тексте) не понятен термин «билатеральные нижние конечности». Может «билатеральные» логичнее и точнее относить именно к характеру моторных ответов? Поясните Ваш выбор терминологии и раскройте, что Вы вкладываете в понятие «билатеральные нижние конечности»?

2. В исследовании спортсмены-легкоатлеты выполняли скоростной бег на беговой дорожке. Следует пояснить, насколько моделирование структуры бегового шага на беговой дорожке отражает реальные условия бега?

3. Учитывая полученные в исследовании данные о значительном нейромодуляторном влиянии чрескожной электрической стимуляции спинного мозга на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и повышение скоростных способностей в ходе одного экспериментального воздействия, возникает закономерный вопрос:

каковы возможности и перспективы длительного применения ЧЭССМ в тренировочном процессе спортсменов-легкоатлетов?

4. Требуется пояснение: почему в первой серии экспериментов вызванные моторные ответы регистрировались с *m. Rectus femoris*, а при дальнейших исследованиях регистрацию ЭМГ параметров осуществляли с *m. Vastus lateralis*?

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают высокой научной ценности, теоретической и практической значимости представленной работы.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационная работа Барканова Максима Геннадьевича «Закономерности изменения функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов легкоатлетов в процессе чрескожной электрической стимуляции разных зон спинного мозга», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук, является целостным, завершённым научно-квалификационным исследованием. Работа содержит новые научные результаты и положения, касающиеся физиологических механизмов регуляции функционального состояния нервно-мышечного аппарата спортсменов-легкоатлетов в процессе чрескожной электрической стимуляции разных зон спинного мозга.

По содержанию, актуальности темы, методологическому, методическому и научному уровню, научной новизне, теоретической и практической ценности полученных результатов, обоснованности научных положений и выводов диссертация соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями в редакции Постановлений Правительства Российской Федерации № 335 от 21.04.2016 г., № 748 от 02.08.2016 г., № 650 от 29.05.2017 г., № 1024 от 28.08.2017 г., № 1168 от 01.10.2018 г.,

