Дата публикации: 01.09.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_34
УДК 615.847.8; 796

Publication date: 01.09.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_34
UDC 615.847.8; 796

ЭФФЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И СИЛЫ МЫШЦ У СПОРТСМЕНОК

Ю.В. Корягина[1], Ю.В. Кушнарева[1], С.В. Нопин[1], С.М. Абуталимова[1], И.Н. Митин[2]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный центр спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Широкий спектр положительных терапевтических эффектов ритмической периферической магнитной стимуляции делает перспективным ее применение и в спортивной практике. Цель работы – исследование возможностей применения периферической магнитной стимуляции для повышения функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и силы мышц у спортсменок. ***Методы.*** В исследовании приняли участие 33 спортсменки. Область стимуляции – задняя поверхность левого и правого бедра. До, после 1-го сеанса и после курса стимуляции исследовали функциональное состояние опорно-двигательного аппарата по параметрам электронейромиографии, реовазографии и динамометрии. ***Результаты.*** Выявлены положительные эффекты применения периферической магнитной стимуляции прежде всего в отношении функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата по данным электромиографии и силы мышц, что проявлялось прежде всего в увеличении показателей амплитуды и площади М-ответа по электромиографии и силы мышц-сгибателей и разгибателей бедра. Разные по частоте и модуляции режимы стимуляции оказывали разное влияние на гемодинамику сосудов нижних конечностей. ***Заключение.*** Выявлены положительные эффекты, выраженные в увеличении функциональных возможностей и силы мышц нижних конечностей спортсменок.

Ключевые слова: спортсменки, функциональные возможности, опорно-двигательный аппарат, нервно-мышечный аппарат, периферическая магнитная стимуляция, физиотерапия, электронейромиография, гемодинамика, сила мышц.

APPLICATION OF PERIPHERAL MAGNETIC STIMULATION FOR IMPROVEMENT OF FUNCTIONAL CAPABILITIES OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF FEMALE ATHLETES

Yu.V. Koryagina[1], Yu.V. Kushnareva[1], S.V. Nopin[1], S.M. Abutalimova[1], I.N. Mitin[2]
[1]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia
[2]Federal Research-Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Broad spectrum of positive therapeutic effects of the rhythmic peripheral magnetic stimulation makes its application promising in sports practice. Objective of the work – to study possibilities of applying peripheral magnetic stimulation to improve functional capabilities of the musculoskeletal system and muscle strength in female athletes. ***Methods.*** The study involved 33 female athletes. The stimulation area was the posterior surface of the left and right hip. Before, after the 1st session and after the 8-session course we identified the indices of electroneuromyography, rheovasography and lower limb dynamometry. ***Results.*** We have identified positive effects of peripheral magnetic stimulation, firstly in terms of functional capabilities of the musculoskeletal system according to electromyography and muscle strength, which was shown primarily in increased amplitude and M-response area, as well as strength of hip flexors and extensors. Different modes of frequency and modulation had a different effect on hemodynamics of the lower limb vessels. ***Conclusion.*** We have discovered positive effects of applying peripheral magnetic stimulation on improvement of functional capabilities and lower limb muscle strength of female athletes.

Keywords: female athletes, functional capabilities, musculoskeletal system, neuromuscular system, peripheral magnetic stimulation, physiotherapy, electroneuromyography, hemodynamics, muscle strength.

Введение. В настоящее время накоплена достаточно обширная теоретическая база данных о влиянии пульсирующего магнитного поля на структурные единицы нервно-мышечного аппарата (НМА) и опорно-двигательного аппарата (ОДА) в целом. Метод ритмической периферической магнитной стимуляции (ПМС) достаточно широко используется в клинической практике врачей неврологов и физиотерапевтов [1-5]. Широкий спектр положительных терапевтических эффектов ПМС делает перспективным ее применение и в спортивной практике [6, 7]. Так, применение ритмической ПМС у спортсменов во время выполнения упражнений в изокинетическом режиме позволило выявить повышение аэробных возможностей мышц за счет увеличения потребления кислорода при достижении порогов аэробного и анаэробного обмена. Кроме того, было отмечено повышение силовых показателей исследуемых мышц без прироста мышечной массы [8]. Для специалистов в области спортивной медицины ритмическая ПМС является новым методом восстановления НМА, а целесообразность ее применения, как отмечают многие исследователи, не вызывает сомнений [9-10].

Цель работы – исследование возможностей применения периферической магнитной стимуляции для повышения функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и силы мышц у спортсменок.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на базе реабилитационно-восстановительного центра для спортсменов спортивных сборных команд России, расположенного на территории Федерального государственного бюджетного учреждения «Юг-Спорт» в г. Кисловодске. В исследовании приняли участие 33 спортсменки высокой квалификации, возраст – 24 [20; 28] лет, виды спорта: легкая атлетика, бейсбол, лыжные гонки, шорт-трек, гиревой спорт, бадминтон, бобслей, сноуборд. Спортсменки были разделены на две основные группы: ОГ1 (13 чел.) – применялся протокол «Увеличение функций 1», ОГ2 (8 чел.) – применялся протокол «Увеличение функций 2» и контрольную группу (КГ) – 12 чел.

ПМС проводили с помощью системы высокоинтенсивной магнитотерапии BTL-6000 Super Inductive System. Процедура проводилась в положении лежа на животе, центр аппликатора располагался на минимальном расстоянии от кожных покровов. Область стимуляции – задняя поверхность левого и правого бедра (проекция длинной головки двуглавой мышцы бедра, полуперепончатой мышцы).

Характер мышечного сокращения при действии пульсирующего магнитного поля зависит в первую очередь от частоты стимуляции и возникающих при этом потенциалов действия [33]. Исследования, проведенные в США и в Южной Корее, показали, что именно частотные характеристики стимуляции влияют на саркоплазматическую концентрацию ионов кальция, следовательно, и на характер сокращения миофибрилл [34-35]. В связи с этим в группах ОГ1 и ОГ2 применяли разные протоколы стимуляции.

В ОГ1 протокол «Увеличение функций 1» применяли предустановленный протокол аппарата (А-1012) «Подготовка перед реабилитацией», режим «последовательность», состоящий из 10 секций с заданными типами амплитудной модуляции. Модуляция частоты – 1-150 Гц. Интенсивность стимула подбиралась индивидуально и была выше порога моторного ответа (25-80%). Общая продолжительность процедуры составила 10 минут на одну зону, количество сеансов – 8, проводились ежедневно.

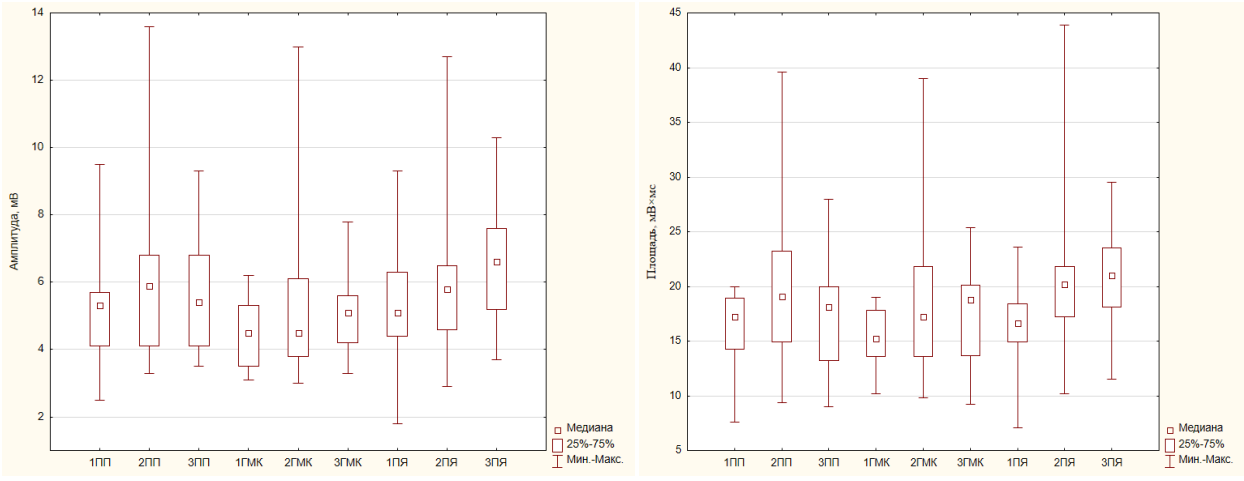
В ОГ2 применяли протокол «Увеличение функций 2», предустановленный протокол аппарата (А-0012) «Укрепление мышц», режим «последовательность», состоящий из 10 секций с заданными типами амплитудной модуляции и модуляцией частоты 1-50 Гц. Интенсивность стимула подбиралась индивидуально и была выше порога моторного ответа (25-80%). Общая продолжительность процедуры составила 13 минут на одну зону, количество сеансов – 8, проводились ежедневно.

До, после 1-го сеанса и после курса ПМС исследовали функциональное

состояние ОДА по параметрам электронейромиографии (ЭНМГ), реовазографии (РВГ) и динамометрии. Стимуляционную ЭНМГ проводили на 4-х канальном комплексе Нейро-МВП («Нейрософт», г. Иваново). Исследовали регистрацию моторных ответов (М-ответов) с короткого разгибателя пальцев стопы (m. Extensor digitorum brevis), иннервируемого малоберцовым нервом (n. Peroneus). Реовазографию проводили на реографе (Реограф Валента, ООО «Компания Нео», г. Санкт-Петербург). Динамометрию мышц бедра проводили с помощью роботизированного комплекса CON-TREX LP (Physiomed Elektromedizin AG, Германия). Динамометрическое исследование проводилось в положении сидя в режиме «Измерение». При измерении использовался шаблон движений «Билатеральный: разгибание/сгибание, положение сидя» тест: 91x: группа нагрузки – нижние конечности 4кН, двустороннее разгибание/сгибание Суп. 90°, изокинетический баллистический кон/кон режим.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 13.0. Рассчитывались стандартные показатели описательной статистики (медианы, верхний (Q1) и нижний (Q3) квартили – Me [Q1; Q3]). Сравнение показателей проводилось с помощью непараметрических критериев Вилкоксона, Данна, Краскела-Уоллиса.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнение показателей НМА (по данным ЭНМГ) до применения ПМС у спортсменок ОГ1, ОГ2 и КГ выявили статистически значимые различия только по показателям латентности М-ответа ($p<0,05$). Сравнительный анализ параметров моторного ответа с короткого разгибателя пальцев стопы (малоберцовый нерв) у женщин ОГ1 до, после 1-го сеанса и после курса ПМС по протоколу «Увеличение функций 1» выявил статистически значимое увеличение показателей амплитуды М-ответа в точке стимуляции «предплюсна» после 1-го сеанса ($p<0,05$) и после курса ПМС ($p<0,05$) справа (рис. 1А). Амплитуда М-ответа справа также увеличилась после всего курса в точках стимуляции «головка малоберцовой кости» ($p<0,01$) и «подколенная ямка» ($p<0,01$) (рис. 1А).



А Б

Рис. 1. Динамика показателей амплитуды М-ответа (А) и площади М-ответа (Б) в точках стимуляции «предплюсна» (ПП), «головка малоберцовой кости» (ГМК) и «подколенная ямка» (ПЯ) (малоберцовый нерв) справа у спортсменок женщин ОГ1, до (1), после 1-го сеанса (2) и после курса (3) ПМС по протоколу «Увеличение функций 1», n=13

В точке стимуляции «подколенная ямка» справа после 1-го сеанса и после курса увеличился показатель площадь М-ответа (до – 16,6 [14,9; 18,4] мВ×мс; после 1-го сеанса – 20,2 [17,2; 21,8] мВ×мс, $p<0,04$; после курса – 21 [18,1; 23,5] мВ×мс, $p<0,01$) (рис. 1Б). По показателям моторного ответа слева статистически значимых изменений выявлено не было.

Анализ эффектов применения ПМС по протоколу «Увеличение функций 2» у спортсменок ОГ2 справа статистически значимых изменений не выявил, но имелась тенденция к увеличению параметров амплитуды М-ответов после курса в точках стимуляции «предплюсна» (до – 4,3 [3,1; 7,1] мВ; после 1-го сеанса – 4,5 [2,7; 7,15] мВ; после курса – 5,9 [2,85; 8,5] мВ) и «головка малоберцовой кости» (до – 4,2 [2,95;7,05] мВ; после 1-го сеанса – 4,25 [2,65; 7,25] мВ; после курса – 5,2 [2,8; 7,75] мВ). Тенденция к увеличению показателя площади М-ответа справа выявлена во всех точках стимуляции: «предплюсна» (до – 15,8 [11; 21,5] мВ×мс; после 1-го сеанса – 15,55 (11,95;22,6) мВ×мс; после курса – 18,4 [11,6; 27,55] мВ×мс), «головка малоберцовой кости» (до – 16,2 [11,9; 21,35] мВ×мс, после 1-го сеанса – 15,3 [13,15;25,05] мВ×мс, после курса – 18,35 [12,8; 26,05] мВ×мс), «подколенная ямка» (до – 15,35 [11,3; 21,4] мВ×мс, после 1-го сеанса – 14,75 [10,8; 22,45] мВ×мс, после курса – 17,85 [11,1; 23] мВ×мс). У спортсменок ОГ2 слева статистически значимо увеличилась амплитуда М-ответа в точках стимуляции «предплюсна» ($p<0,05$) и «головка малоберцовой кости» ($p<0,05$). В КГ у женщин статистически значимых различий по показателям моторного ответа как справа, так и слева выявлено не было.

Сравнение показателей РВГ до применения ПМС у спортсменок ОГ1, ОГ2 и КГ выявило статистически значимые различия по показателям модуля упругости в сегменте «левая стопа» ($p<0,04$) и диастолический ($p<0,02$) и дикротический ($p<0,02$) индексы в сегменте «левая голень», которые были выше у спортсменок КГ по сравнению с ОГ1.

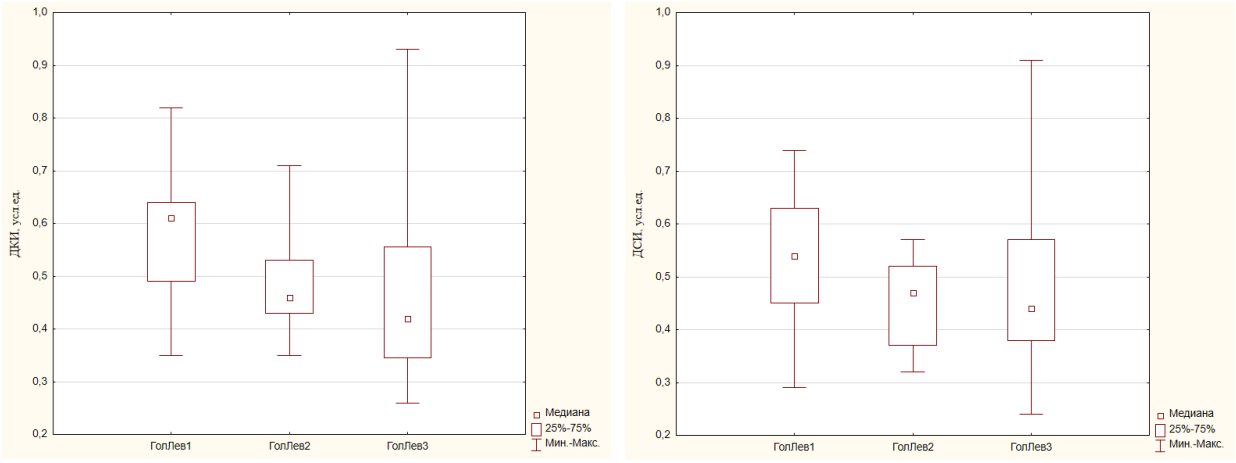
Как показало первичное исследование спортсменок ОГ1, параметры гемодинамики нижних конечностей до применения ПМС у них выходили за пределы физиологической нормы. В частности, это венозный отток, модуль упругости во всех сегментах нижних конечностей, дикротические индексы в сегменте «левая голень». Динамика показателей при воздействии ПМС по протоколу «Увеличение функций 1» у спортсменок имела гомеостатический характер. После 1-го сеанса у спортсменок ОГ1 статистически значимо снизились показатели модуля упругости в сегментах «левая стопа» (до – 19 [16; 22] %; после 1-го сеанса – 14 [12; 14] %, $p<0,008$; после курса – 13 [12; 17] %) и «правая голень» (до – 19 [17; 21] %; после 1-го сеанса – 17 [15; 18] %, $p<0,05$; после курса – 16 [14; 22] %) и венозный отток в сегменте «левая стопа» (до – 25 [20; 30] %; после 1-го сеанса – 14 [10; 25] %, $p<0,05$; после курса – 22 [20; 29] %). Имелась тенденция к снижению этих же показателей в других сегментах.

В сегменте «левая голень» у женщин ОГ1 после 1-го сеанса снизились дикротический индекс (до – 0,61 [0,49; 0,64] усл. ед.; после 1-го сеанса – 0,46 [0,43; 0,53] усл. ед., $p<0,02$; после курса – 0,42 [0,345; 0,555] усл. ед.) (рис. 2А) и диастолический индекс (до – 0,54 [0,45; 0,63] усл. ед.; после 1-го сеанса – 0,47 [0,37; 0,52] усл. ед., $p<0,02$; после курса – 0,44 [0,38; 0,57] усл. ед.) (рис. 2Б).

Анализ параметров гемодинамики нижних конечностей у женщин ОГ2 показал увеличение дикротического индекса в сегментах «левая голень» (до – 0,395 [0,335; 0,505] усл. ед.; после 1-го сеанса – 0,52 [0,4; 0,575] усл. ед., $p<0,03$; после курса – 0,475 [0,405; 0,76] усл. ед.) и «правая голень» (до – 0,375 [0,365; 0,41] усл. ед.; после 1-го сеанса – 0,48 [0,38; 0,77] усл. ед., $p<0,05$; после курса – 0,55 [0,51; 0,69] усл. ед., $p<0,04$) после 1 сеанса и после курса ПМС по протоколу «Увеличение функций 2». У женщин КГ по параметрам гемодинамики нижних конечностей после курса ПМС было выявлено повышение венозного оттока, который стал выходить за параметры физиологической нормы (до – 20,5 [7; 27] %, после – 27 [23; 41], $p<0,05$).

Сравнение показателей динамометрии у спортсменок ОГ1 и КГ до применения ПМС выявило статистически значимо большие значения силы сгибателей и разгибателей бедра у спортсменок КГ. Анализ динамики показателей силы мышц бедра по данным динамометрии у женщин ОГ1 при применении ПМС по протоколу «Увеличение функций 1» показало после 1-го сеанса и всего курса статистически

значимое повышение показателей силы мышц-разгибателей и сгибателей бедра (табл.). В частности, увеличились показатели среднего значения максимального крутящего момента силы, средних значений мощности и работы, общей работы, проделанной на протяжении всего движения. Показатели силы мышц бедра у спортсменок КГ не увеличились.



А Б

Рис. 2. Динамика в сегменте левая голень показателей дикротический индекс (А) и диастолический индекс (Б) у спортсменок женщин ОГ1, до (1), после 1-го сеанса (2) и после курса (3) ПМС по протоколу «Увеличение функций 1», n=13

Таблица

Показатели динамометрии мышц бедра у спортсменок ОГ1 до, после 1-го сеанса и после курса периферической магнитной стимуляции, Me [Q1; Q3], n=13

Показатели	До (1)	После 1 сеанса (2)	После курса (3)	P1-2<	P1-3<
Разгибатели					
Сила макс, Н	768 [674; 949]	801 [729; 1028]	917 [766; 1098]	-	-
Сила макс средний, Н	616 [415; 785]	700 [551; 807]	708,5 [574; 959,5]	0,05	0,02
Сила макс сред./кг, Н/кг	11,21 [7,27; 13,47]	12,29 [8,82; 14,82]	11,89 [10,675;15,62]	0,05	0,03
Мощность средняя, Вт	62,8 [38; 75,7]	76 [56,9; 85,5]	69,75 [60,4; 93,75]	0,009	0,01
Работа, среднее, Дж	91,6 [64,8; 135,6]	130 [103,4; 137,7]	112,15 [98,45; 170,6]	0,05	0,02
Работа, утомление, Дж/с	0,75 [0,42; 1,34]	0,48 [0,26; 1,07]	0,31 [-0,065; 1,04]	-	-
Общая работа, Дж	1832,9 [1297; 2712,2]	2600,4 [2067,5; 2753,5]	2243,6 [1969,45; 3411,5]	0,05	0,02
Сгибатели					
Сила макс, Н	805 [621; 918]	871 [728; 1072]	865,5 [738; 1179]	-	-
Сила макс средний, Н	631 [432; 794]	690 [573; 847]	672 [562; 1018,5]	-	0,05
Сила макс сред./кг, Н/кг	10,46 [7,59; 14,56]	12,02 [9,46; 15,64]	11,565 [9,35; 16,4]	-	-
Мощность средняя, Вт	59,2 [44; 80,3]	75,2 [56,4; 83,3]	66,9 [58,4; 99,3]	0,009	0,02
Работа, среднее, Дж	87,4 [69,2; 143,2]	122,5 [102,3;144,4]	102,25 [97,3; 187,85]	-	0,03
Работа, утомление, Дж/с	0,51 [0,37; 1]	0,29 [0,08; 0,81]	0,21 [0; 0,835]	-	-
Общая работа, Дж	1748,4 [1384; 2863,5]	2450,3 [2046,4; 2888,5]	2044,7 [1946,6; 3757,3]	-	0,03

Заключение. Следовательно, у спортсменок применение ПМС по протоколам «Увеличение функций 1» и «Увеличение функций 2» способствовало увеличению функций ОДА, в частности параметров амплитуды и площади М-ответа при стимуляции малоберцового нерва. Различные протоколы оказывали разное влияние на параметры периферической гемодинамики. Применение протокола «Увеличение функций 1» у спортсменок ОГ1 способствовало гомеостатическому эффекту и нормализации повышенных параметров гемодинамики нижних конечностей. В группе женщин ОГ2, применявших протокол «Увеличение функций 2», выявлено увеличение гемодинамики, что проявлялось в повышении дикротического индекса. Оба протокола ПМС оказывали выраженный эффект в увеличении силы мышц бедра у спортсменок.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возможности нейромодуляции при нейрогенной дисфункции нижних мочевыводящих путей / Г.Ю. Ярин, Е.И. Крейдин, Р.В. Салюков [и др.] // Вестник урологии. – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 106-121.
2. Сорокин, Ю.Н. Транскраниальная магнитная стимуляция при хронических болевых синдромах / Ю.Н. Сорокин // Университетская клиника. – 2021. – № 2 (39). – С. 127-133.
3. Опыт применения ритмической периферической магнитной стимуляции при пояснично-крестцовой радикулопатии / В.Н. Блохина, М.М. Копачка, Е.М. Трошина [и др.] // Нервномышечные болезни. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 31-38.
4. Экстракорпоральная магнитная стимуляция нервно-мышечного аппарата тазового дна в урологической практике / Д.Ю. Пушкарь, А.Г. Куликов, Г.Р. Касян [и др.] // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2019. – Т. 18. – № 4. – С. 264-276.
5. Щербакова, И.Л. История развития отделения нейрофизиологии / И.Л. Щербакова // Вестник Челябинской областной клинической больницы. – 2017. – № 1. – С. 4-8.
6. Эффекты применения периферической магнитной стимуляции мышц торса спортсменов в период интенсивных тренировочных нагрузок / Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, Ю.В. Кушнарева [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 3 (29).
7. Функциональное состояние нижних конечностей при применении периферической магнитной стимуляции пояснично-крестцовой области у спортсменок различных специализаций / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, Ю.В. Кушнарева [и др.] // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2024. – Т. 3. – № 3 (11).
8. Влияние магнитной стимуляции на аэробные возможности мышц / Г.И. Попов, Э.А. Малхасян, В.С. Маркарян [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2013. – № 2. – С. 106-113.
9. Clinical application of repetitive peripheral magnetic stimulation in rehabilitation / R. Ushio, K. Tamura, S. Fujikawa [et al.] // In: Neurorehabilitation and Physical Therapy. – Intech Open, 2022. DOI: 10.5772/intechopen.105787.
10. Ланская, О.В. Особенности вызванных ответов скелетных мышц у представителей различных видов спорта при магнитной и электрической стимуляции центральных и периферических структур нервной системы / О.В. Ланская, Е.В. Ланская // Наука и спорт: современные тенденции. – 2017. – Т. 16. – № 3. – С. 39-46.

REFERENCES

1. Yarin G.Yu., Kreydin E.I., Salyukov R.V., Kasatonova E.V., Astrakov S.V., Bershadsky A.V., Vilgelmi I.A., Shevela A.I. Neuromodulation possibilities in neurogenic lower urinary tract dysfunction. *Urology Herald*, 2022, no. 10(3), pp. 106-121. (in Russ.)
2. Sorokin Yu.N. Transcranial magnetic stimulation in chronic pain syndromes. *University Clinic*, 2021, no. 2(39), p. 127-133. (in Russ.)
3. Blokhina V.N., Kopachka M.M., Troshina E.M., Kanshin D.S., Nikolaev S.G. The experience with repetitive peripheral magnetic stimulation in subjects with lumbosacral radiculopathy. *Neuromuscular Diseases*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 31-38. (in Russ.)
4. Pushkar D.Y., Kulikov A.G., Kasyan G.R., Kupriyanov Y.A., Romikh V.V., Zakharchenko A.V., Voronina D.D., Yarustovskaya O.V., Zaytseva T.N. Extracorporeal magnetic stimulation of the pelvic floor neuromuscular system in urological practice. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*, 2019, vol. 18, no. 4, pp. 264-276. (in Russ.)
5. Shcherbakova I.L. Development history of neurophysiology department. *Vestnik Chelyabinskoj oblastnoj klinicheskoj bol'nitsy*, 2017, no. 1, pp. 4-8. (in Russ.)

6. Koryagina Yu.V., Abutalimova S.M., Kushnareva Yu.V., Nopin S.V., Mitin I.N. Peripheral magnetic stimulation of the torso muscles of athletes during intensive training activity. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_03_28 (in Russ.)
7. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Kushnareva Yu.V., Abutalimova S.M., Mitin I.N. Functional status of the lower limbs after peripheral magnetic stimulation of the lumbar and sacral spine of athletes of different sports. *Russian Journal of Sports Science: Medi0 cine, Physiology, Training*, 2024, vol. 3, no. 3(11). DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_03_6
8. Popov G.I., Malkhasyan E.A., Markaryan V.S., Kalinin E.M., Seluyanov V.N. Influence of rhythmical magnetic stimulation as a way of increase in aerobic possibilities of muscles. *Lomonosov Journal of Anthropoly*, 2013, no, 2, pp. 106-113. (in Russ.)
9. Ushio R., Tamura K., Fujikawa S., Ohsumi C., Sawai S., Yamamoto R., Nakano H. Clinical application of repetitive peripheral magnetic stimulation in rehabilitation. In: Neurorehabilitation and Physical Therapy. Intech Open, 2022. DOI: 10.5772/intechopen.105787.
10.Lanskaya O.V., Lanskaya E.V. Peculiarities of creative answers of skeletal muscles in representatives of various sports in magnetic and electric stimulation of central and peripheral structures of the nervous system. *Science and Sport: Current Trends*, 2017, vol. 16, no. 3, pp. 39-46. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Юлия Валериевна Кушнарева – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.
Сабина Маликовна Абуталимова – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: sabina190989@yandex.ru.
Игорь Николаевич Митин – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, Москва.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Yulia V. Kushnareva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: u.v.kushnareva@skfmba.ru.
Sergej V. Nopin– Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.
Sabina M. Abutalmova – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: sabina190989@yandex.ru.
Igor' N. Mitin – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Federal Research-Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical and Biological Agency, Moscow.

Для цитирования: Эффекты применения периферической магнитной стимуляции для повышения функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и силы мышц у спортсменок / Ю.В. Корягина, Ю.В. Кушнарева, С.В. Нопин [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_34

For citation: Koryagina Yu.V., Kushnareva Yu.V., Nopin S.V., Abutalimova S.M., Mitin I.N. Application of peripheral magnetic stimulation for improvement of functional capabilities of the musculoskeletal system of female athletes. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_34