

Опыт применения ритмической периферической магнитной стимуляции при пояснично-крестцовой радикулопатии

В. Н. Блохина¹, М. М. Копачка², Е. М. Трошина², Д. С. Каньшина³, С. Г. Николаев⁴

¹КДЦ «Арбатский» ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова»
Минздрава России; Россия, 119002 Москва, Гагаринский пер., 37;

²ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н. Н. Бурденко»
Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16;

³Институт усовершенствования врачей ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова»
Минздрава России; Россия, 105203 Москва, ул. Нижняя Первомайская, 65;

⁴ООО медицинская компания «Эльф»; Россия, 600000 Владимир; ул. Гагарина, 11

Контакты: Вера Николаевна Блохина vnba1@mail.ru

Введение. Пояснично-крестцовая радикулопатия является частой причиной стойкой и длительной утраты трудоспособности. Если принимать во внимание длительность лечения радикулопатии, риск развития нежелательных реакций при приеме анальгетиков и нестероидных противовоспалительных препаратов, перспективным направлением терапии становится применение физиотерапевтического метода — ритмической периферической магнитной стимуляции.

Цель исследования — оценить эффективность комплексного лечения с применением курса ритмической периферической магнитной стимуляции у пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией.

Материалы и методы. В открытом нерандомизированном исследовании приняли участие 40 пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией, которые были разделены на 2 группы. Пациенты 1-й группы получали курс традиционного лечения и курс ритмической периферической магнитной стимуляции. Больные 2-й группы — курс традиционного лечения без применения курса магнитной стимуляции. Для проведения стимуляции был использован магнитный стимулятор MagPro (Magventure, Дания).

Результаты. Было показано достоверное различие ($p < 0,001$) в отношении уменьшения интенсивности болевого синдрома, улучшения функционального статуса по окончании курса терапии в обеих группах. У 14 (70 %) пациентов 1-й группы уровень болевого синдрома уменьшился по визуально-аналоговой шкале на 50 % после 10 сессий ритмической периферической магнитной стимуляции, у 6 (30 %) больных — после 15 сессий. При оценке болевого синдрома, функционального статуса, уровня тревожности не было зарегистрировано статистически значимого различия ($p > 0,05$) параметров между группами на момент завершения лечения.

Заключение. Полученные результаты не показали преимущества курса ритмической периферической магнитной стимуляции у пациентов с пояснично-крестцовой радикулопатией в сравнении с курсом традиционной терапии. Требуется дальнейшие placebo-контролируемые исследования для изучения влияния магнитной стимуляции на болевой синдром и уровень тревожности у пациентов с болью в спине и радикулопатией.

Ключевые слова: ритмическая периферическая магнитная стимуляция, пояснично-крестцовая радикулопатия

Для цитирования: Блохина В. Н., Копачка М. М., Трошина Е. М. и др. Опыт применения ритмической периферической магнитной стимуляции при пояснично-крестцовой радикулопатии. Нервно-мышечные болезни 2020;10 (2):31–38.

DOI: 10.17650/2222-8721-2020-10-2-31-38



The experience with repetitive peripheral magnetic stimulation in subjects with lumbosacral radiculopathy

V.N. Blokhina¹, M.M. Kopachka², E.M. Troshina², D.S. Kanshin³, S.G. Nikolaev⁴

¹Clinical and diagnostic center «Arbatskiy» of National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov, the Ministry of Health of Russia; 37 Gagarinsky Lane, Moscow 119002, Russia;

²N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, the Ministry of Health of Russia; 16 the 4th Tverskaya-Yamskaya Street, Moscow 125047, Russia;

³National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov, the Ministry of Health of Russia; 65 Nizhnyaya Pervomayskaya Street, Moscow 105203, Russia;

⁴Medical Company Elf Ltd; 11 Gagarina Street, Vladimir 600000, Russia

Introduction. Lumbosacral radiculopathy is a leading cause of long-term disability. Taking into a consideration the duration of treatment radiculopathy, the risk of developing adverse reactions when taking analgesics, non-steroidal anti-inflammatory drugs, the physiotherapeutic method — repetitive peripheral magnetic stimulation may become a promising method of therapy.

Aim of the study. Assessment of the effectiveness of the complex treatment for patients with lumbosacral radiculopathy using the course of the repetitive peripheral magnetic stimulation.

Materials and methods. Forty patients with lumbosacral radiculopathy were enrolled in the open non-randomized study, were divided into 2 parallel groups. The patients of the 1st group received a course of traditional treatment and a course of the repetitive peripheral magnetic stimulation. The patients of the 2nd group were treated with the traditional treatment without the course of the stimulation. A magnetic stimulator MagPro (Magventure, Denmark) was used for repetitive peripheral magnetic stimulation.

Results. A significant difference ($p < 0.001$) was registered regarding the reduction of pain syndrome and the improvement of the functional status after treatment in both groups. 14 (70 %) patients of the first group achieved a pain visual analogue scale relief by 50 % after 10 repetitive peripheral magnetic stimulation sessions, while 6 (30 %) patients did this after 15 repetitive peripheral magnetic stimulation sessions. We did not observe a statistically significant differences ($p > 0.05$) in pain syndrome, functional status, anxiety level at the end of follow-up between the groups.

Conclusion. We did not receive the benefits of the repetitive peripheral magnetic stimulation course in comparison with a traditional treatment of a lumbosacral radiculopathy. Further placebo-controlled studies to study the effect of repetitive peripheral magnetic stimulation on pain and anxiety in patients with back pain and radiculopathy are required.

Key words: repetitive peripheral magnetic stimulation, lumbosacral radiculopathy

For citation: Blokhina V.N., Kopachka M.M., Troshina E.M. et al. The experience with repetitive peripheral magnetic stimulation in subjects with lumbosacral radiculopathy. *Nervno-myshechnye bolezni = Neuromuscular Diseases* 2020;10 (2):31–38. (In Russ.).

Введение

Пояснично-крестцовая радикулопатия (ПКР) — вертеброгенный синдром, развивающийся вследствие патологии спинномозгового корешка и характеризующийся длительным болевым синдромом высокой интенсивности, ограничением подвижности, чувствительными расстройствами в соответствующем дерматоме и/или двигательными нарушениями в зоне иннервации корешка [1, 2]. Среди болевых синдромов в спине распространенность ПКР составляет 3–5 %, в большинстве случаев являясь причиной стойкой и длительной утраты трудоспособности [3, 4].

Согласно данным клинических исследований, оптимальная длительность консервативного лечения ПКР составляет от 4 до 8 нед [5, 6], при неэффективности которого применение хирургических методик считается обоснованным [5]. В соответствии с клиническими рекомендациями современные подходы к терапии болевых синдромов в спине и радикулопатии включают применение нестероидных противовоспалительных средств, миорелаксантов, наркотических анальгетиков при наличии выраженной интенсивности болевого синдрома, эпидурального введения глюкокортикоидов [7].

При ведении больных с ПКР важным аспектом является безопасность лечения, поэтому необходимо учитывать длительность терапевтического курса радикулопатии, риск возникновения нежелательных реакций со стороны желудочно-кишечного тракта при приеме нестероидных противовоспалительных средств, анальгетиков, особенно у пациентов коморбидной патологией [8]. Следует полагать, что применение современных физиотерапевтических методов лечения может способствовать более безопасному подходу к терапии ПКР.

Одной из перспективных физиотерапевтических методик является ритмическая периферическая магнитная стимуляция (рПМС) [9, 10]. Физиологические основы метода рПМС связаны с воздействием

наведенного электрического тока, т.е. возникающего в результате электромагнитной индукции, с последующей активацией проводниковых структур периферической и центральной нервной системы [11, 12].

Согласно результатам обзора исследований, наиболее ценными параметрами рПМС являются форма индуктора, длительность трейна, количество стимулов, интенсивность магнитного стимула. К настоящему моменту недостаточно данных, позволяющих определять частоту стимуляции как параметр, влияющий на исходы лечения [13].

Исследование интенсивности периферической магнитной стимуляции для дифференцированного воздействия на структуры периферической нервной системы, в котором приняли участие здоровые добровольцы, предполагает возможность определения интенсивности магнитного стимула в соответствии с данными порога вызванного моторного ответа (ВМО) как индикатора активации корешковой системы [14].

Хороший терапевтический потенциал применения рПМС был показан при лечении миофасциального болевого синдрома, острого [15] и хронического болевого синдрома в спине [16, 17], нейропатической боли [18]. Положительный эффект рПМС был продемонстрирован при проведении послеоперационной реабилитации пациентов с грыжей межпозвонкового диска и тазовыми нарушениями [19].

Цель исследования — оценить эффективность комплексного лечения с применением курса рПМС у пациентов с ПКР.

Материалы и методы

Дизайн исследования — проспективное, нерандомизированное, клиническое сравнительное исследование.

Работа была проведена в соответствии с Хельсинкской декларацией, одобрена локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России.

Критерии включения: больные с ПКР (L5, S1) вследствие грыжи межпозвонкового диска, подтвержденной с помощью клинического обследования, с наличием болевого синдрома, чувствительными нарушениями. Всем пациентам была проведена магнитно-резонансная томография пояснично-крестцового отдела позвоночника для верификации дископатии. Все участники старше 18 лет.

Критерии исключения: пациенты, оперированные по поводу радикулопатии в течение последних 3 мес, пациенты с билатеральной радикулопатией, пациенты, которые получают другие виды физиотерапии, мезотерапию, пациенты с неопластическими, инфекционными процессами.

Методы исследования пациентов с ПКР включали: клиничко-неврологическое обследование, объективизацию болевых ощущений по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), методы нейровизуализации (магнитно-резонансная томография), исследование тревожности по опроснику Спилберга—Ханина, исследование функционального статуса пациентов с помощью опросника Освестри.

Статистический анализ. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью пакета программ Statistica 8.0. Применяли метод дисперсионного анализа, количественные данные приведены в виде средних значений и стандартных отклонений. Межгрупповые различия определялись тестом Манна—Уитни (Mann—Whitney). Для связанных выборок применяли критерий Уилкоксона (Wilcoxon). Взаимосвязь категориальных данных для межгрупповых и связанных выборок определялась критерием хи-квадрат и хи-квадрат McNemar. Статистическими значимыми считались различия на уровне значимости $p < 0,05$.

Участники исследования. В исследовании приняли участие 40 пациентов в возрасте старше 18 лет (14 мужчин, 26 женщин) с ПКР (L5, S1). Исследование проводилось в 2 параллельных группах. Включение пациентов в группы осуществлялось в разное время. Критерии включения и исключения были применимы к пациентам обеих групп.

Методы лечения. Пациенты 1-й группы ($n = 20$) получали курс традиционного лечения радикулопатии в виде лекарственной терапии (курс нестероидных противовоспалительных средств, миорелаксантов, анальгетиков, витаминов группы В), лечебной физкультуры, курса рПМС. Больные 2-й группы ($n = 20$) получали курс традиционного лечения, без применения курса рПМС. Рандомизация для определения пациентов в группы не проводилась.

Пациенты, которые получали курс рПМС, были предупреждены о физиологических особенностях действия магнитного поля и информированы о возможных ощущениях. До начала исследования каждый испытуемый заполнял опросник в соответствии с рекомендуемым протоколом безопасности применения

магнитной стимуляции [9, 20] и подписывал информированное согласие.

Для проведения рПМС был использован магнитный стимулятор MagPro (Magventure, Дания). Максимальная исходная мощность стимулятора 2 Тл. Электромагнитный импульс подавался через кольцевой индуктор — магнитный коил ($d: 125$ мм). Ток в катушке был направлен краниально [21].

Интенсивность магнитного стимула определялась в зависимости от индивидуального порога ВМО. Порогом ВМО считали минимальную интенсивность магнитного стимула (в процентах), при которой более чем в половине повторных стимулов при сегментарной магнитной стимуляции регистрировался ВМО с мышцы-мишени с амплитудой > 50 мкВ. Регистрация порога ВМО выполнялась на электромиографе Natus Viking (Великобритания), который был синхронизирован с магнитным стимулятором. Тестовыми мышцами для определения ВМО являлись *m. extensor digitorum brevis* (при радикулопатии L5), *m. abductor hallucis* (при радикулопатии S1) [21].

Во время стимуляции пациенты находились в положении лежа на животе, в расслабленном состоянии. После определения порога ВМО рПМС осуществлялась с использованием надпороговой интенсивности на 10–15 % выше индивидуального порога. Критерием предельной интенсивности стимула были определены субъективные ощущения пациентов, оцениваемые по ВАШ, для проведения безболезненной стимуляции. Во время проведения стимуляции при радикулопатии L5 центр индуктора располагали на уровне L3–L4 позвонка (см. рисунок), при радикулопатии S1 — на уровне основании крестца со смещением на 3–4 см в сторону больной конечности [21].

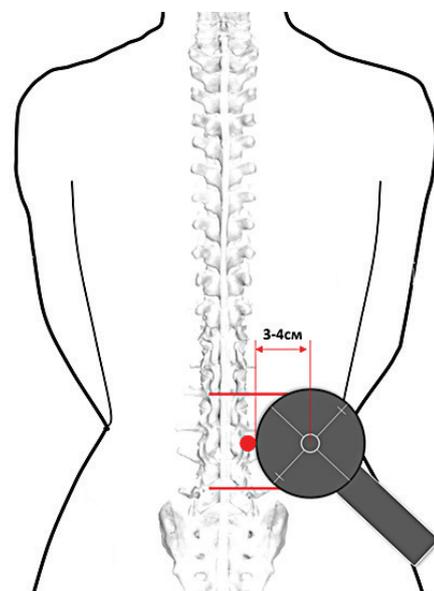


Схема расположения индуктора при радикулопатии L5
The location of the coil for radiculopathy L5

Магнитная стимуляция осуществлялась с частотой 1 Гц, 100 стимулов в трейне, пауза — 5 с, общее количество стимулов — 1500, длительность сессии была 25 мин. Для формирования протокола рПМС, в том числе определения частоты стимуляции, общего количества стимулов, учитывались результаты проведенных ранее исследований [16, 17, 22].

Длительность курса (10 или 15 сессий) рПМС определялась по уровню уменьшения болевого синдрома на 50 % по данным ВАШ в сравнении с уровнем болевого синдрома перед началом курса терапии.

Результаты

Следует отметить, что большинство пациентов (37, или 92,5 %) были трудоспособного возраста — от 20 до 59 лет.

Пациенты обеих групп не имели статистически значимых различий по возрастным, гендерным характеристикам, уровню поражения, уровню функционального статуса ($p > 0,05$). Средний возраст больных 1-й группы ($n = 20$) составил $41,1 \pm 11,8$ года, 2-й группы ($n = 20$) — соответствовал $41,3 \pm 10,6$ года.

Уровень поражения спинномозгового корешка был следующим: 12 (60 %) пациентов 1-й группы и 11 (55 %) — 2-й группы имели радикулопатию L5, 8 (40 %) и 9 (45 %) пациентов 1-й и 2-й групп соответственно — радикулопатию S1. Характеристики пациентов указаны в табл. 1. Период включения пациентов в исследование обозначен как T0.

Функциональный статус пациентов, который исследовали по данным опросника Освестри, на момент начала курса терапии соответствовал $35,9 \pm 11,5$ в 1-й, $38,4 \pm 10$ баллов во 2-й группе. Таким образом, 14 (70 %) и 12 (60 %) пациентов 1-й и 2-й группы соответственно были с умеренной степенью нарушения жизнедеятельности, у 6 (30 %) больных одинаково в каждой группе была тяжелая степень нарушения жизнедеятельности в связи с болевым синдромом в спине. Следует отметить, что у 1 пациента 2-й группы были легкие нарушения жизнедеятельности и у 1 больного — выраженные нарушения. Преимущественно пациенты испытывали трудности в положении сидя, при подъеме, стоя, во время поездок в связи с болевым синдромом. Социальная активность больных была затруднена, трудоспособность временно нарушена.

Результаты функционального статуса пациентов по данным опросника Освестри перед началом курса лечения представлены в табл. 2.

Сопутствующие заболевания больных были представлены в виде хронического гастрита, гастродуоденита, артериальной гипертензии, мигрени, хронического простатита. Следует отметить, что на момент включения в исследование пациенты 1-й и 2-й группы имели статистически значимые различия по таким параметрам, как длительность обострения заболевания, интенсивность болевого синдрома, уровень личностной тревожности. Данные различия клинических характеристик больных обусловлены особенностями

нерандомизированного исследования. Длительность обострения заболевания пациентов 1-й группы составила $1,4 \pm 0,5$ мес, 2-й группы — $0,9 \pm 0,4$ мес. На момент включения в исследование болевой синдром и ограничение движений в поясничном отделе позвоночника имели место у всех пациентов. Пациенты описывали болевой синдром как «тянущую, стреляющую боль», которая усиливалась при движении, статической нагрузке.

Интенсивность болевого синдрома, которую определяли по шкале ВАШ, в 1-й группе была определена пациентами от уровня слабой до очень сильной боли в спине и нижней конечности. У пациентов 1-й группы интенсивность болевого синдрома составила $31,5 \pm 17,2$ балла — в спине и $52,5 \pm 16,8$ балла — в нижней конечности. Пациенты 2-й группы оценивали болевой синдром от уровня слабой до уровня очень сильной боли в спине, сильной боли в нижней конечности, что соответствовало $36,5 \pm 12,2$ балла в спине и $65 \pm 10,5$ — в нижней конечности.

Чувствительные нарушения имели все пациенты. Расстройства чувствительности были представлены в виде гипестезии, гиперестезии в зоне иннервации пораженного корешка. Пациенты обеих групп не имели двигательных нарушений.

Уровень ситуационной и личностной тревожности пациентов на момент включения в исследование был охарактеризован как умеренный и высокий. Результаты ситуационной тревожности по опроснику Спилбергера—Ханина соответствовали $39,6 \pm 8,2$ балла у пациентов 1-й, $36,6 \pm 4,4$ балла у больных 2-й группы. Уровень личностной тревожности составил $42,4 \pm 7$ балла в 1-й, $37,2 \pm 4,3$ балла во 2-й группе. Следует отметить, что в 1-й группе было 5 (25 %) пациентов, во 2-й — 1 (5 %) больной с высоким уровнем личностной тревожности.

Критерием длительности курса рПМС у пациентов 1-й группы, т.е. числа сессий, было уменьшение болевого синдрома на 50 % по шкале ВАШ. Таким образом, 14 (70 %) пациентов 1-й группы достигли регресса болевого синдрома на 50 % после 10 сессий рПМС, 6 (30 %) больных — после 15 сессий. Средние значения порога ВМО у пациентов 1-й группы соответствовали 30,8 %.

После курса терапии все пациенты в обеих группах отметили увеличение объема движений в поясничном отделе позвоночника, длительности безболевой ходьбы, уменьшение интенсивности болевого синдрома.

Интенсивность боли в спине была определена как слабая в спине и нижней конечности у пациентов обеих групп. Было зарегистрировано статистически значимое отличие в отношении регресса болевого синдрома в спине и нижней конечности после курса лечения у больных в обеих группах.

Следует отметить, что улучшение состояния функционального статуса до уровня минимальных нарушений жизнедеятельности по данным опросника Освестри наблюдалось у пациентов в обеих группах после завершения лечения. Результаты динамики болевого синдрома, функционального состояния больных представлены в табл. 3.

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов обеих групп, период T0

Table 1. Clinical characteristic of patients in groups, period T0

Показатель Parameter	1-я группа 1 st group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD	2-я группа 2 nd group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD	p*
Возраст, лет Age, years	41,1 ± 11,8	41,3 ± 10,6	0,93
Пол: мужчины/женщины Sex: Male/Female	7/13	8/12	0,5
Уровень поражения: L5/S1 The level of damage: L5/S1	12/8	11/9	0,24

*Не было получено статистически значимого различия по гендерному показателю, уровню поражения в группах на период T0 (критерий Манна–Уитни).

*There was no significant difference in terms of gender, the level of damage in groups for the period T0 (Mann–Whitney test).

Примечание. SD – стандартное отклонение (здесь и в табл. 2–4).

Note. SD – standard deviation (here and in tab. 2–4).

Таблица 2. Результаты исследования функционального статуса пациентов, период T0

Table 2. The results of the functional status of patients, period T0

Показатель Parameter	1-я группа 1 st group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD	2-я группа 2 nd group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD	p*
Опросник Освестри, баллы Oswestry disability index, scores	35,9 ± 11,5	38,4 ± 10	0,38

*Не было получено статистически значимого различия показателей уровня функционального статуса в группах на период T0 (критерий Манна–Уитни).

*There was no significant difference in the level of functional status in groups for the period T0 (Mann–Whitney test).

Таблица 3. Динамика болевого синдрома, функционального статуса в группах

Table 3. Change in pain level, functional status in groups

Показатель Parameter	1-я группа 1 st group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD		p*	2-я группа 2 nd group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD		p*
	T0	T1		T0	T1	
Боль в спине, баллы Backpain, scores	31,5 ± 17,2	16 ± 7,5	<0,001	36,5 ± 12,2	14 ± 5	<0,001
Боль в ноге, баллы Leg pain, scores	52,5 ± 16,8	20,5 ± 8,2	<0,001	65 ± 10,5	21,5 ± 8,7	<0,001
Опросник Освестри, баллы Oswestry disability index, scores	35,9 ± 11,5	13,7 ± 6	<0,001	38,4 ± 10	13,1 ± 7,3	<0,001

*Статистическая значимость различий параметра между периодом T0 и T1 (критерий Уилкоксона).

*Significance difference in parameters between the period T0 and T1 (Wilcoxon test).

Примечание. T0 – период включения пациентов в исследование, T1 – период завершения курса терапии.

Note. T0 – patient enrollment period, T1 – period of completion of the therapy.

Таблица 4. Динамика данных ситуационной, личностной тревожности в группах

Table 4. The dynamics of the data of trait and state anxiety in groups

Показатель Parameter	1-я группа 1 st group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD		p*	2-я группа 2 nd group n = 20 Значение ± SD Mean ± SD		p*
	T0	T1		T0	T1	
Ситуационная тревожность, баллы Trait anxiety, scores	39,6 ± 8,2	33,5 ± 7,1	<0,001	36,6 ± 4,4	32,9 ± 3,6	<0,001
Личностная тревожность, баллы State anxiety, scores	42,4 ± 7	38,3 ± 7,09	<0,001	37,2 ± 4,3	33,7 ± 3,9	<0,001

*Статистическая значимость различий параметра между периодом T0 и T1 (критерий Уилкоксона).

*Significance differences in parameters between the period T0 and T1 (Wilcoxon test).

Примечание. T0 – период включения пациентов в исследование, T1 – период завершения курса терапии.

Note. T0 – patient enrollment period, T1 – period of completion of the therapy.

После курса терапии было показано статистически значимое снижение ($p < 0,001$) уровня ситуационной тревожности до умеренной и низкой тревожности у пациентов в обеих группах: $33,5 \pm 7,1$ балла в 1-й и $32,9 \pm 3,6$ балла во 2-й группе соответственно. Уровень личностной тревожности также уменьшился до уровня умеренной у пациентов 1-й группы ($38,3 \pm 7,09$ балла), до уровня умеренной и слабой у больных во 2-й группе ($33,7 \pm 3,9$ балла). Полученные различия при оценке динамики личностной тревожности были статистически значимы ($p < 0,001$). Динамика уровня тревожности пациентов в обеих группах представлена в табл. 4.

При анализе данных в отношении болевого синдрома, функционального статуса, ситуационной, личностной тревожности было зарегистрировано отсутствие статистически значимого различия параметров между группами на момент завершения лечения ($p > 0,05$).

Все участники исследования отметили хорошую переносимость лечения. Пациенты 1-й группы, которые получали курс рПМС, сообщили, что не было отмечено дискомфорта или болевых ощущений при проведении магнитной стимуляции.

Обсуждение

Данное исследование было проведено для оценки эффективности включения рПМС в терапевтический курс у пациентов с ПКР. Важно заметить, что исследование имело определенные ограничения из-за отсутствия рандомизации пациентов, в связи с чем отсутствовала сопоставимость клинических параметров пациентов, таких как длительность обострения радикулопатии, болевой синдром, уровень личностной тревожности перед началом курса терапии. Учитывая ограничения данной работы, полученные результаты следует расценивать как предварительные, которые нуждаются в подтверждении в дальнейших

рандомизированных плацебо-контролируемых исследованиях.

Оценивая клинические особенности пациентов, следует отметить, что участники исследования были преимущественно молодого, работоспособного возраста. Средний возраст пациентов 1-й группы составил $41,1 \pm 11,8$ года, 2-й группы – $41,3 \pm 10,6$ года. Важно отметить, что уровень поражения межпозвонковых дисков L4–L5, L5–S1 наиболее часто встречается у пациентов молодого возраста, о чем свидетельствуют данные зарубежных исследователей [23, 24].

Продолжительность периода обострения радикулопатии у пациентов 1-й группы составила $1,4 \pm 0,5$ мес, у больных 2-й группы – $0,9 \pm 0,4$ мес. Следует отметить, что более длительный период обострения заболевания у пациентов 1-й группы соответствует более длительной истории терапии радикулопатии, вероятно, в связи с этим они имели более низкий уровень болевого синдрома на момент включения в исследование. При этом число пациентов с высоким уровнем личностной тревожности превалировало в 1-й группе пациентов, что, вероятно, связано с более длительным периодом наличия болевого синдрома.

При оценке динамики функционального статуса, болевого синдрома, уровня тревожности пациентов не было достоверной разницы между группами после окончания курса лечения, что, вероятно, связано с малой выборкой пациентов, более длительным периодом обострения радикулопатии у пациентов 1-й группы.

В ранее проведенных исследованиях у пациентов с хроническим болевым синдромом была показана эффективность рПМС, которая сохранилась в течение 1 и 3 мес после завершения курса стимуляции [16]. В отношении терапии острого болевого синдрома в спине были получены эффекты как немедленного облегчения боли сразу после проведения процедуры рПМС, так и долговременного облегчения, т.е. после

применения нескольких сессий магнитной стимуляции [15]. Достижение «обезболивания» разной степени длительности, по мнению авторов, способствовало восстановлению функционального статуса пациентов. Механизм влияния магнитной стимуляции на болевой синдром в спине может быть объяснен возможностью активации деполяризации толстых миелиновых волокон и ингибирования деполяризации тонких С-волокон, по которым болевые сигналы поступают в спинной мозг.

Предполагается, что есть возможность влияния рПМС на болевой синдром посредством активации нисходящего тормозного пути. Тем не менее нет данных или исследований, подтверждающих, что рПМС активирует области ствола головного мозга, которые составляют этот путь [15].

В исследованиях, в которых изучали влияние рПМС на пластичность сенсомоторной коры, было показано, что изменение кортикальной возбудимости может быть достигнуто при использовании высокочастотной магнитной стимуляции в течение 60 мин, т.е. при применении более 15 тыс. стимулов в 1 сессии [25].

На основании параметров протокола рПМС, которые были использованы в нашей работе, можно полагать, что механизмы «обезболивания» реализованы на периферическом уровне, т.е. рПМС ингибирует деполяризацию тонких С-волокон, воздействует на триггерные точки в поясничном отделе у пациентов с ПКР [16, 26].

Заключение

Полученные результаты исследования не показали преимущества при оценке функционального статуса, болевого синдрома после применения курса рПМС у пациентов с ПКР, что обусловлено дизайном данной работы, клиническими особенностями пациентов 1-й группы.

Сегодня успехи в изучении лечебного эффекта и механизма действия рПМС в ранее проведенных исследованиях и нашей работе демонстрируют необходимость продолжения изучения метода рПМС в терапии заболеваний периферической нервной системы, которые сопровождаются острым и хроническим болевым синдромом.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dydyk A.M., Das J.M. Radicular Back Pain. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019. PMID: 31536200.
2. Ropper A.H., Zafonte R.D. Sciatica. N Engl J Med 2015;372(13):1240–8. DOI: 10.1002/acr.23710. PMID: 25806916.
3. Подчуфарова Е.В., Яхно Н.Н. Боль в спине. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 368 с. [Podchufarova E.V., Yakhno N.N. Backache. M.: GEOTAR-Media, 2013. 368 p. (In Russ.)].
4. Shmigel A., Foley R., Ibrahim H. Epidemiology of chronic low back pain in US adults: Data From the 2009–2010 National health and nutrition examination survey. Arthritis Care Res (Hoboken). 2016;68(11):1688–94. DOI: 10.1002/acr.22890. PMID: 26991822.
5. Alentado V.J., Lubelski D., Steinmetz M.P. et al. Optimal duration of conservative management prior to surgery for cervical and lumbar radiculopathy: a literature review. Spine 2014;4(4):279–86. DOI: 10.1055/s-0034-1387807. PMID: 25396110.
6. Gadjradj P.S., Arts M.P., van Tulder M.W. et al. Management of symptomatic lumbar disk herniation: an international perspective. Spine (Phila Pa 1976) 2017;42(23):1826–34. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002294. PMID: 28632645.
7. Stockkendahl M.J., Kjaer P., Hartvigsen J. et al. National clinical guidelines for non-surgical treatment of patients with recent onset low back pain or lumbar radiculopathy. Eur Spine J 2018;27(1):60–75. DOI: 10.1007/s00586-017-5099-2. PMID: 28429142.
8. Журавлева М.В., Кукес В.Г., Прокофьев А.Б. и др. Рациональное применение НПВП – баланс эффективности и безопасности (обзор литературы). Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2016;6(4):687–96. [Zhuravleva M.V., Kukes V.G., Prokofev A.B. et al. The rational use of NSAIDs is a balance of efficacy and safety (literature review). Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy = International journal of applied and basic research 2016;6(4):687–96. (In Russ.)].
9. Никитин С.С., Куренков А.Л. Методические основы транскраниальной магнитной стимуляции в неврологии и психиатрии. Руководство для врачей. М.: ООО «ИПЦ МАСКА», 2006. 167 с. [Nikitin S.S., Kurenkov A.L. Methodological foundations of transcranial magnetic stimulation in neurology and psychiatry. A guide for doctors. M.: IPTS Maska, 2006. 167 p. (In Russ.)].
10. Beaulieu L., Schneider C. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on normal or impaired motor control. Neurophysiol Clin 2013;43:251–60. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.05.003. PMID: 24094911.
11. Barker A.T., Freeston I.L., Jalinous R., Jarratt J.A. Magnetic stimulation of human brain and peripheral nervous: an introduction and the results of the initial clinical evaluation. Neurosurgery 1987;20(1):100–9. DOI: 10.1097/00006123-198701000-00024. PMID: 3808249.
12. Babbs C.A. compact theory of magnetic nerve stimulation: predicting how to aim. Bopmedical Engineering Online 2014;13:53. DOI: 10.1186/1475-925X-13-53. PMID: 24885299.
13. Beaulieu L., Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment. Neurophysiol Clin 2015;45:223–37. DOI: 10.1016/j.neucli.2015.08.002. PMID: 26363684.
14. Блохина В.Н., Кузнецов А.Н., Виноградов О.И. и др. Сравнительный анализ возбудимости корешковой внутримышечной аксональной систем у здоровых добровольцев при периферической магнитной стимуляции. Нервно-мышечные болезни 2017;7(2):48–53. [Blokhiina V.N., Kuznetsov A.N., Vinogradov O.I. et al. Comparative analysis of excitability of radicular and intramuscular axonal systems in healthy volunteers during peripheral magnetic stimulation. Nervno-myshechnye bolezni = Neuromuscular diseases 2017;7(2):48–53 (In Russ.)]. DOI: 10.17650/2222-8721-2017-7-2-48-53.
15. Lim Y.H., Song J.M., Choi E.H., Lee J.W. Effects of repetitive peripheral magnetic

- stimulation on patients with acute low back pain: a pilot study. *Ann Rehabil Med* 2018;42(2):229–38. DOI: 10.5535/arm.2018.42.2.229. PMID: 29765876.
16. Smania N., Corato E., Fiaschi A. et al. Repetitive magnetic stimulation: a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome. *J Neurol* 2005;252(3):307–14. DOI: 10.1007/s00415-005-0642-1. PMID: 15726272.
 17. Massé-Alarie H., Flamand V., Moffet H., Schneider C. Peripheral neurostimulation and specific motor training of deep abdominal muscles improve posturo-motor control in chronic low back pain. *Clin J Pain* 2013;29(9):814–23. DOI: 10.1097/AJP.0b013e318276a058. PMID: 23370067.
 18. Kumru H., Albu S., Vidal J., Tormos J.M. Effectiveness of repetitive transcranial or peripheral magnetic stimulation in neuropathic pain. *Disabil Rehabil* 2017;39(9):856–66. DOI: 10.3109/09638288.2016.1170213. PMID: 27494799.
 19. Бородулина И.В., Рачин А.П., Бадалов Н.Г., Гуца А.О. Периферическая ритмическая магнитная стимуляция при нейрогенных расстройствах мочеиспускания: обзор литературы и результаты клинического исследования. *Нервно-мышечные болезни* 2017;7(2):54–66. DOI: 10.17650/2222-8721-2017-7-2-54-66. [Borodulina I.V., Rachin A.P., Badalov N.G., Gushcha A.O. Repetitive peripheral magnetic stimulation in neurogenic disorders of urination: literature review and results of clinical trial. *Nervno-myshechnye bolezni = Neuromuscular diseases* 2017;7(2):54–66 (In Russ.)].
 20. Rossi S., Hallett M., Rossini P.M. et al. Safety of TMS Consensus Group. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol* 2009;120(12):2008–39. DOI: 10.1016/j.clinph.2009.08.016. PMID: 19833552.
 21. Николаев С.Г. Электромиография: клинический практикум. Иваново: ПресСто, 2013. 394 с. [Nikolaev S.G. *Electromyography: a clinical workshop*. Ivanovo: PresSto, 2013. 394 p. (In Russ.)].
 22. Sollmann N., Trepte-Freisleder F., Albers L., Jung N. Magnetic stimulation of the upper trapezius muscles in patients with migraine – a pilot study. *Eur J Pediatr Neurol* 2016;20(6):888–97. DOI: 10.1016/j.ejpn.2016.07.022. PMID: 27528122.
 23. Tabesh H., Tabesh A., Fakharian E. et al. The effect of age on result of straight leg raising test in patients suffering lumbar disc herniation and sciatica. *J Res Med Sci* 2015;20(2):150–3. PMID: 25983767.
 24. Altun I., Yüksel K.Z. Lumbar herniated disc: spontaneous regression. *Korean J Pain* 2017;30(1):44–50. DOI: 10.3344/kjp.2017.30.1.44. PMID: 28119770.
 25. Massé-Alarie H., Schneider C. Revisiting the corticomotor plasticity in low back pain: challenges and perspectives. *Healthcare (Basel)* 2016;4:e67. DOI: 10.3390/healthcare4030067. PMID: 27618123.
 26. Struppler A., Angerer B., Gundisch C., Havel P. Modulatory effect of repetitive peripheral magnetic stimulation on skeletal muscle tone in healthy subjects: stabilization of the elbow joint. *Exp Brain Res* 2004;157(1):59–66. DOI: 10.1007/s00221-003-1817-6. PMID: 15309359.

Вклад авторов:

В.Н. Блохина: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста рукописи;
 М.М. Копачка: получение данных для анализа, анализ полученных данных;
 Е.М. Трошина: получение данных для анализа;
 Д.С. Каньшина: анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи;
 С.Г. Николаев: разработка дизайна исследования.

Authors' contributions

V.N. Blokhina: development of research design, obtaining data for analysis, analysis of the data obtained, writing the text of the manuscript;
 M.M. Kopachka: obtaining data for analysis, analysis of the data obtained;
 E.M. Troshina: obtaining data for analysis;
 D.S. Kanchina: analysis of the data obtained, a review of publications on the topic of the article;
 S.G. Nikolaev: development of research design.

ORCID авторов/ORCID authors'

В.Н. Блохина/V.N. Blokhina: <http://orcid.org/0000-0002-7819-5229>
 Д.С. Каньшина/D.S. Kanchina: <https://orcid.org/0000-0002-5142-9400>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was done without sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients signed an informed consent to participate in the study.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (№ 3 от 5.05.2016).

Compliance with patient rights and principles of bioethics. Study Protocol Approved by Local Ethics Committee The study protocol was approved by the local ethics committee of National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Ministry of Health of Russia (№ 3 or 5.05.2016).

Статья поступила: 27.07.2019. **Принята к публикации:** 11.07.2020.

Article submitted: 27.07.2019. **Accepted for publication:** 11.07.2020.