

УДК 616.833.58–009.7:616-08-039.34:616.84
EDN: UEBZBR
<https://doi.org/10.15275/ssmj2002166>

Оригинальная статья

ПОВТОРНЫЕ КУРСЫ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ ПРИ ТРАКЦИОННЫХ НЕЙРОПАТИЯХ СЕДАЛИЩНОГО И БЕДРЕННОГО НЕРВОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ

И. А. Мещерягина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, Курган, Россия

REPEATED COURSES OF ELECTRICAL STIMULATION FOR TRACTION NEUROPATHIES OF THE SCIATIAL AND FEMORAL NERVES AFTER ENDOPROSTHETICS

I. A. Meshcheryagina

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n. a. Academician G. A. Ilizarov, Kurgan, Russia

Для цитирования: Мещерягина И. А. Повторные курсы электростимуляции при тракционных нейропатиях седалищного и бедренного нервов после эндопротезирования. Саратовский научно-медицинский журнал. 2024; 20 (2): 166–170. EDN: UEBZBR. <https://doi.org/10.15275/ssmj2002166>

Аннотация. Цель: обосновать показания для проведения повторных курсов электростимуляции по временному имплантированному эпидуральному электроду у пациентов с тракционными нейропатиями после эндопротезирования тазобедренных суставов (ЭП ТБС). **Материал и методы.** Применен способ пункционной имплантации эпидуральных электродов для проведения курса электростимуляции. Выполнен анализ 162 имплантаций электродов. Изложены результаты лечения 73 больных с нейропатиями седалищного ($n=65$) и бедренного ($n=8$) нервов после ЭП ТБС. Длительность наблюдения составила 5,5 года. **Результаты.** Отмечено увеличение количества госпитализаций в 2 раза на каждые 4,5 месяца промежутка между ЭП ТБС и I курсом электростимуляции. В зависимости от первоначального неврологического дефицита прогнозируется увеличение количества госпитализаций в среднем на $\frac{1}{2}$ для повышения силы мышц на 1 балл. Максимальное количество госпитализаций у данной категории пациентов 8, среднее количество госпитализаций — 3. **Заключение.** Обоснованы показания для проведения повторных курсов электростимуляции по временному имплантированному эпидуральному электроду у пациентов с тракционными нейропатиями после ЭП ТБС. Эпидуральная электростимуляция позволяет купировать болевой синдром, связанный с тракционным повреждением аксонов нерва; повторные курсы электростимуляции способствуют более полному восстановлению функции нерва.

Ключевые слова: тракционная нейропатия седалищного и бедренного нервов, эпидуральная электростимуляция, эндопротезирование

For citation: Meshcheryagina IA. Repeated courses of electrical stimulation for traction neuropathies of the sciatal and femoral nerves after endoprosthesis. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2024; 20 (2): 166–170. EDN: UEBZBR. <https://doi.org/10.15275/ssmj2002166> (In Russ.)

Abstract. Objective: to substantiate the indications for repeated courses of electrical stimulation using a temporary implanted epidural electrode in patients with traction neuropathies after hip replacement. **Material and methods.** A method of puncture implantation of epidural electrodes was used to conduct a course of electrical stimulation. An analysis of 162 electrode implantations was performed. The results of treatment of 73 patients with neuropathies of the sciatic ($n=65$) and femoral ($n=8$) nerves after hip replacement are presented. The follow-up period was 5.5 years. **Results.** There was a 2-fold increase in the number of hospitalizations for every 4.5 months of interval between endoprosthesis and the first course of electrical stimulation. Depending on the initial neurological deficit, an increase in the number of hospitalizations by an average of half is predicted to increase muscle strength by 1 point. The maximum number of hospitalizations in this category of patients is 8, the average number of hospitalizations is 3. **Conclusion.** Indications for repeated courses of electrical stimulation using a temporary implanted epidural electrode in patients with traction neuropathies after hip replacement are substantiated. Epidural electrical stimulation allows you to relieve pain associated with traction damage to nerve axons; repeated courses of electrical stimulation contribute to a more complete restoration of nerve function.

Keywords: traction neuropathies of the sciatal and femoral nerves, epidural electrical stimulation, endoprosthesis

Введение. При тотальном эндопротезировании (ЭП) в 0,1–0,9% случаев осложнением является повреждение седалищного и бедренного нервов [1, 2];

проявления неврологического дефицита имеют длительный характер, отягощаются неприятными социальными проблемами [3–5]. Восстановление функциональных возможностей конечности, лечение болевых синдромов, связанных с тракционной нейропатией при реконструкции вертлужной впадины и после

Ответственный автор — Иванны Александровна Мещерягина
Corresponding author — Ivanna A. Meshcheryagina
E-mail: ivalme@yandex.ru

ЭП, — сложный вопрос [6]. При отсутствии компрессии периферических нервов, с учетом постулата о степени восстановления проводимости нервного ствола, который значительно снижается с возрастом пациента, необходимо при выявлении первых признаков нейропатии, особенно у возрастных пациентов, использовать метод электростимуляции. Необходимо продолжить внедрять и развивать различные варианты электростимуляции по имплантируемым электродам при тракционных нейропатиях на основании сбора анамнеза, жалоб, неврологического дефицита, проведение электронейромиографии (ЭНМГ). При визуализации с помощью компьютерной или магнитно-резонансной (МРТ) томографии необходимо выявить или исключить различные варианты компрессии нерва, скрытые переломы, элементы эндопротеза и инородные тела [7]. Подчеркнута центральная роль нервной проводимости при восстановлении регенерации аксонов при тракционных нейропатиях [8]. Временные рамки важны, особенно у больных с проксимальным уровнем повреждения, когда необходимо реиннервировать дистальную цель — мышцы — до того, как произойдут необратимые изменения. Главной задачей нейрохирургов, неврологов, реабилитологов представляется не потерять потенциал функции периферического нерва и ускорить процесс восстановления денервированных мышц, способствовать и поддерживать передачу возбуждения в вегетативных ганглиях, улучшить синаптическую проводимость, устранить синаптический блок. В клинической практике используются курсы электростимуляции.

Цель — обосновать показания для проведения повторных курсов электростимуляции по временно имплантированному эпидуральному электроду у пациентов с тракционными нейропатиями после ЭП тазобедренных суставов (ТБС).

Материал и методы. В ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России проведено малоинвазивное оперативное вмешательство 73 больным с нейропатиями седалищного преимущественно малоберцовой порции ($n=65$) и бедренного ($n=8$) нервов соответственно после ЭП ТБС. Для лечения данной категории пациентов выбраны курсы электростимуляции

по имплантируемым эпидуральным электродам на поясничном уровне клинически значимого сегмента. В 73,8% случаев пациенты до имплантации эпидуральных электродов получили курсы консервативного лечения по месту жительства, включающие: прозерин (нейромедин), витамины группы В, сосудистые препараты, ноотропы. Проведено 162 курса электростимуляции по имплантированным электродам. При компрессии седалищного нерва гематомами, рубцами либо инородными телами необходимо ревизионное оперативное вмешательство, направленное на декомпрессию нерва (ранее был опубликован клинический случай с описанием декомпрессии и ревизии седалищного нерва [9, 10]). Рентген-ассистируемая имплантация эпидурального электрода осуществляется в операционной под местной анестезией и нейролептанальгезией, эпидуральная электростимуляция низкоинтенсивным переменным электрическим током по электроду проводится 2 раза в день по 15 мин 2 нед (амплитудой до 40 мА, частотой 8/сек), электрод удаляется после окончания курса электростимуляции в условиях перевязочного кабинета.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 2.6.5 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Количественные данные описывались с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей ($Q_1—Q_3$) (табл. 1). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю выполняли с помощью U -критерия Манна — Уитни. Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального значения). Прогностическую модель, характеризующую зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывали с помощью метода линейной регрессии. Для трактовки силы связи между двумя наблюдаемыми величинами используется шкала Чеддока.

В процессе работы выполнен анализ 162 имплантаций электродов с учетом пола пациента (табл. 2).

Таблица 1

Описательная статистика количественных переменных

| Показатели | Me | $Q_1—Q_3$ | n | min | max |
|--|------|-----------|-----|-----|-----|
| Порядковый номер госпитализации, раз | 2 | 1–3 | 162 | 1 | 8 |
| Количество госпитализаций, раз | 3 | 2–5 | 162 | 1 | 8 |
| Возраст, лет | 54 | 45–59 | 162 | 26 | 80 |
| Промежуток между ЭП ТБС и имплантацией электродов, мес | 7 | 3–14 | 162 | 1/4 | 65 |
| Сила мышц до курса электростимуляции, балл | 1 | 0,5–2 | 162 | 0 | 5 |
| Сила мышц после курса электростимуляции, балл | 1,5 | 0,5–3 | 162 | 0 | 5 |

Таблица 2

Анализ силы мышц до курса лечения у мужчин и женщин

| Показатель | До курса электростимуляции, балл | | n | p |
|------------|----------------------------------|-----------|-----|------|
| | Me | $Q_1—Q_3$ | | |
| Пол | женский | 0,5–2 | 136 | 0,42 |
| | мужской | 0–1,5 | 26 | |

Результаты корреляционного анализа взаимосвязи силы мышц и курсами электростимуляции

| Показатель | Характеристика корреляций | | |
|--|---------------------------|--------------------------------|---------|
| | ρ | теснота связи по шкале Чеддока | p |
| Сила мышц до курса электростимуляции — порядковый номер госпитализации | 0,5 | Умеренная | <0,001* |
| Увеличение силы мышц, связанное с промежутком между ЭП ТБС и имплантацией электродов | 0,6 | Заметная | <0,001* |
| Сила мышц до/после курса электростимуляции | 0,9 | Высокая | <0,001* |

Примечание. Различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Результаты. При анализе силы мышц до курса лечения в зависимости от пола пациента не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,42$).

При увеличении силы мышц на 1 балл увеличивается количество госпитализаций в среднем на $\frac{1}{2}$ (табл. 3). Полученная модель объясняет 15,4% наблюдаемой дисперсии количества госпитализаций. Максимальное количество госпитализаций 8, среднее число госпитализаций — 3 для достижения регресса неврологического дефицита.

Наблюдается зависимость промежутка между ЭП ТБС и имплантацией эпидурального электрода для увеличения силы мышц на 1 балл. Изучены результаты лечения у больных с началом курса электростимуляции от $\frac{1}{4}$ до 20 мес после возникновения тракционной нейропатии до курса электростимуляции. Следует ожидать удвоение госпитализаций на каждые 4,5 мес промежутка между ЭП ТБС и курсом электростимуляции. Полученная модель объясняет 29,0% наблюдаемой дисперсии промежутка между ЭП ТБС и имплантацией электрода.

При увеличении силы мышц с каждой последующей госпитализацией до курса электростимуляции на 1 балл следует ожидать увеличение силы мышц после курса электростимуляции в среднем на 0,9 балла. Полученная модель объясняет 83,0% наблюдаемой дисперсии после курса электростимуляции.

При имплантации эндопротеза тракционное воздействие на нервы ограничивается выполнением интраоперационных манипуляций, ревизионное протезирование увеличивает риск развития нейропатии и удлиняет время восстановления функции нерва. Наиболее уязвима малоберцовая порция седалищного нерва. Так, в нашем исследовании количество тотального поражения седалищного нерва составило 43% случаев. В большинстве наблюдений преобладало поражение малоберцовой порции седалищного нерва, что связано с особенностями его кровоснабжения, низкой способностью восстановления ишемизированных пучковых групп малоберцовой порции (проведенная статистическая обработка результатов группы соответствует литературным данным, в том числе экспериментальным) и минимальной возможностью противостоять ишемизации малоберцовой порции седалищного нерва. Гораздо реже диагностируется нейропатия бедренного нерва; в нашем наблюдении парез бедренного нерва выявлен у 8 пациентов, что составило 12,3% наблюдений.

Больным с нейропатиями требуется курс электростимуляции, занятия лечебной физической культурой в ранний послеоперационный период. Первый курс направлен на уменьшение/купирование болевого синдрома, курс электростимуляции проводится

в режиме 90 Гц и выше. Повторные курсы выполняют с целью уменьшения неврологических расстройств, соответствующих нейропатиям, с постепенным увеличением мышечной силы в среднем на 0,5–1 балл на каждый проведенный курс электростимуляции, в то время как уменьшение чувствительных расстройств носит более стойкий и продолжительный характер и требует более детального изучения. Наиболее целесообразный период между курсами электростимуляции 3–4 мес, длительность каждого курса 14 дней.

Обсуждение. Для диагностики компрессионного характера нейропатии необходимо спустя 2 нед после имплантации эндопротеза провести ЭНМГ [11], в клинической практике ЭНМГ не всегда дает полную информацию о состоянии аксонов и минимальном числе сохранившихся волокон. Более информативным методом диагностики считается МРТ седалищного нерва (аппаратом с мощностью магнитного поля 1,5–3 Тесла) [12, 13]. По данным МРТ при наличии компрессии необходимо ревизионное вмешательство, направленное на устранение компрессирующего фактора (проведение невролиза, удаление элементов металлоконструкции). Нейропатия после эндопротезирования характеризуется длительным неврологическим дефицитом [14] связанным с тракционным, реже — с ишемическим воздействием на периферический нерв. Обычно отмечается сохранение целостности нервного ствола [6], в связи с этим целесообразна электростимуляция периферического нерва. Электрод открытым путем подводят к нерву, выводят через кожу и в течение 2 нед продолжают электростимуляцию, которая повышает проводимость по нервным стволам и ускоряет регенерацию [15]. Используют поверхностную кожную электростимуляцию, а также стимуляцию спинного мозга при наличии нейрогенной миопатии вследствие заболеваний спинного мозга и нейропатической боли и пареза, связанного с болезнью оперированного позвоночника и спинного мозга [16], применяют имплантируемые варианты электродов, в том числе многоканальные.

Влияние электростимуляции на периферическую ремиелинизацию после повреждения нервов изучено меньше: есть публикации экспериментального исследования, где доказано, что применение электростимуляции потенцирует отрастание аксонов и созревание миелина во время регенерации периферического нерва [17]. Разработано сочетание эндоскопического невролиза и имплантации под эпинеуральную оболочку многоканального электрода, авторы статьи отмечают уменьшение боли на 50% и более, однако сохраняется стойкий неврологический дефицит в виде пареза до 2–3 баллов в иннервируемых периферическим нервом мышцах [18].

Стимуляция спинного мозга — метод лечения непреодолимой боли, не поддающейся консервативным мерам. При чрескожном введении электрода может быть пункция твердой мозговой оболочки, при этом 56–60% врачей продолжают процедуру на другом уровне, 10% — выполняют ее на том же уровне, остальные откладывают процедуру, выбирая другие методы лечения [19].

В связи с этим нами разработаны и клинически апробированы курсы временной электростимуляции по имплантируемому эпидуральному электроду на уровне клинически значимого сегмента под рентген-контролем, обосновано проведение повторных курсов электростимуляции, приводящих к постепенному восстановлению силы мышц при повреждениях периферического нерва.

Исследование выполнено на достаточном количестве пациентов разных возрастных групп, нами не выявлено существенных отличий в различных возрастных группах, более важным, на наш взгляд, является степень ишемизации пучковых групп в результате тракционного и компримирующего факторов.

Более 7% пациентов вошли в группу лонгитюдного исследования: клинического исследования продолжительностью более 2 лет, при котором сохранилось длительное периодическое наблюдение над одними и теми же лицами. Развитию нейропатии седалищного и бедренного нервов, особенно при имплантации ревизионных протезов, способствуют рубцы в зоне ревизии, интраоперационные технические маневры и особенности доступа, взятие нерва на держалки, сдавление нерва металлическими конструкциями, элементами эндопротеза, в области вертлужной впадины, подгрушевидного пространства. Следует избегать сгибания бедра во время ретракции вертлужной впадины при использовании заднего доступа с задним вывихом бедра.

При ежедневных ревизионных вмешательствах оперирующие хирурги не часто используют интраоперационный нейромониторинг, который до настоящего времени экономически не обоснован в связи с особенностями дачи наркоза (анестезия пропофолом), дополнительной предоперационной интраоперационной подготовки, удлиняет время оперативного вмешательства. Однако необратимые изменения седалищного нерва, связанные и тракционно-ишемическими воздействиями, приводят к развитию неврологического дефицита, выраженному болевому синдрому. Сохранный парез стопы усугубляет психоэмоциональный фактор, сказывается на формировании стереотипа походки и сохранению тяжелых последствий выполненного ЭП ТБС (при сохраненном адекватном эндопротезе). Такие пациенты требуют повышенного внимания, вовремя начатый курс лечения, адекватно подобранные режимы, при необходимости повторные курсы электростимуляции способствуют реиннервации мышц, тем самым профилаксируют денервационные механизмы, позволяя избежать развития необратимых последствий.

Заключение. Обоснованы показания для проведения повторных курсов электростимуляции по временному имплантированному эпидуральному электроду у пациентов с тракционными нейропатиями после ЭП ТБС.

Приоритетным является индивидуальный подход, основанный на клинической картине заболевания, включающий жалобы, анамнез, неврологический статус, данные диагностики и визуализации с помощью

компьютерной томографии/МРТ. Для выздоровления необходим максимально ранний курс электростимуляции по имплантируемому электроду. Разработаны и обоснованы показания для проведения повторных курсов электростимуляции у пациентов с тракционными нейропатиями после ЭП ТБС. Наиболее эффективны курсы электростимуляции через 3–4 мес.

Конфликт интересов. Высказанное и представленное в статье мнение автора является собственным, а не официальной позицией учреждения, в котором работает автор, любых фондов или медицинских представительств. Работа не поддерживалась грантами при обработке материала и написания самой статьи. Автор не заявил о конфликте интересов. Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice). До включения в исследование было получено письменное информированное согласие у всех его участников.

Этическое одобрение. Автор заявляет, что действовал в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации, исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России (протокол № 1 (47) от 17.03.2016).

References (Список источников)

1. De Fine M, Romagnoli M, Zaffagnini S, Pignatti G. Sciatic nerve palsy following total hip replacement: Are patients personal characteristics more important than limb lengthening? A systematic review. *Biomed Res Int.* 2017; 2017: 8361071. DOI: 10.1155/2017/8361071
2. Park JS, Kim WJ, Hong CH, et al. Sciatic nerve palsy caused by ruptured and contracted short external rotator muscles after primary total hip arthroplasty. *Hip Pelvis.* 2015; 27 (2): 120–4. DOI: 10.5371/hp.2015.27.2.120
3. Ng J, Marson BA, Broodyk A, et al. Foot drop following closed reduction of a total hip replacement. *Case Reports.* 2016; 2016: bcr2016215010. DOI: 10.1136/bcr-2016-215010
4. Haque S, Sundararajan S. Entwinement of sciatic nerve around a total hip prosthesis following closed reduction of dislocated total hip replacement. *Pol Orthop Traumatol.* 2013; 78: 273–5. PMID: 24378379
5. Smith AE, Buckle C, Hester T, Slater G. Simultaneous bilateral total hip arthroplasty dislocation with unilateral foot drop following closed reduction. *BMJ Case Rep.* 2016; 2016: bcr2016217230. DOI: 10.1136/bcr-2016-217230
6. Safarov JM, Artykov KP, Safarov DD. Prevention and treatment of neuropathy of the saddle nerve at endoprosthesis in congenital dislocation of the femoral head. *Bulletin of the Academy of Medical Sciences of Tajikistan.* 2017; 2 (22): 56–60. (In Russ.) Сафаров Дж. М., Артыков К. П., Сафаров Д. Д. Профилактика и лечение нейропатий седалищного нерва при эндопротезировании по поводу врожденного вывиха головки бедра. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана.* 2017; 2 (22): 56–60.
7. Martel II, Meshcheryagina IA, Mitina YL, et al. MR-Image diagnostics of injuries of peripheral nerves. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2011; 4–1: 119–23 (In Russ.) Мартель И. И., Мещерягина И. А., Митина Ю. Л. и др. МРТ-диагностика повреждений периферических нервов. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН.* 2011; 4–1: 119–23.
8. Meshcheryagina IA, Skripnikov AA. The application of combined electrostimulation under isolated and comorbide injuries of peripheral nerves of upper and lower extremities. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal.* 2015; 21 (3): 14–9. (In Russ.) Мещерягина И. А., Скрипников А. А. Применение комбинированной электростимуляции при изолированных и сочетанных повреждениях периферических нервов верхних и нижних конечностей. *РМЖ.* 2015; 21 (3): 14–9.
9. Meshcheryagina IA, Mukhtayev SV, Rossik OS, et al. Neuropathy of the sciatic nerve in a patient after endoprosthesis

for congenital dislocation of the femoral head (clinical case from practice). *Genij Ortopedii*. 2014; 3: 82–8. (In Russ.) Мещерягина И. А., Мухтяев С. В., Россик О. С. Нейропатия седалищного нерва у пациентки после эндопротезирования по поводу врожденного вывиха головки бедра (клинический случай из практики). *Гений ортопедии*. 2014; 3: 82–8.

10. Bazhanov SP, Tolkachev VS, Aitemirov ShM, Ostrovskii VV. Comparative analysis of surgical techniques used to repair a closed sciatic nerve injury in patients undergoing total hip replacement. *Genij Ortopedii*. 2023; 29 (5): 507–11. (In Russ.) Бажанов С. П., Толкачев В. С., Айтемиров Ш. М., Островский В. В. Сравнительный анализ результатов применения различных хирургических методик у пациентов с закрытыми повреждениями седалищного нерва после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2023; 29 (5): 507–11. DOI: 10.18019/1028-4427-2023-29-5-507-511

11. Piliieva AV, Arkov VV, Grishina NA. Femoral nerve entrapment in patients with hip joint disorders. *Doctor. Ru*. 2020; 19 (4): 6–10. (In Russ.) Пилиева А. В., Арьков В. В., Гришина Н. А. Туннельная нейропатия бедренного нерва при патологии тазобедренного сустава. *Доктор. Ру*. 2020; 19 (4): 6–10. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-4-6-10

12. Roux A, Tréguier C, Bruneau B, et al. Localized hypertrophic neuropathy of the sciatic nerve in children: MRI findings. *Pediatr Radiol*. 2012; 42 (8): 952–8. DOI: 10.1007/s00247-012-2418-y

13. Wolf M, Bäumer P, Pedro M, et al. Sciatic nerve injury related to hip replacement surgery: imaging detection by MR neurography despite susceptibility artifacts. *PLoS One*. 2014; 9 (2): e89154. DOI: 10.1371/journal.pone.0089154

14. Su EP. Retraction: Post-operative neuropathy after total hip arthroplasty. *Bone Joint J*. 2017; 99-B (1 Suppl. A): 46–9. DOI: 10.1302/0301-620x.99b1.bjj-2016-0430.r1

15. Tsymbalyuk YuV, Tsymbalyuk VI, Tretyak IB. Chronic invasive electrical stimulation at restorative surgical treatment of consequences of injuries of nerves of lower extremity. *Medical News*. 2013; 5 (224): 73–5. (In Russ.) Цымбалюк Ю. В., Цымбалюк В. И., Третьяк И. Б. Длительная электростимуляция в восстановительном хирургическом лечении последствий повреждения нервов нижней конечности. *Медицинские новости*. 2013; 5 (224): 73–5.

16. Kurbanov SKh, Neverov VA. Restorative therapy taking into account the individual parameters of the patient during orthopedic operations. *Bulletin of the Academy of Medical Sciences of Tajikistan*. 2016; (1): 12–8. (In Russ.) Курбанов С. Х., Неверов В. А. Восстановительная терапия с учетом индивидуальных параметров пациента при ортопедических операциях. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2016; (1): 12–8.

17. Wan LD, Xia R, Ding WL. Electrical stimulation enhanced remyelination of injured sciatic nerves by increasing neurotrophins. *Neuroscience*. 2010; 169 (3): 1029–38. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2010.05.051

18. Dekopov AV, Tomsy AA, Isagulyan ED, et al. Treatment of sciatic posttraumatic neuropathy with chronic neuromodulation and endoscopic technics. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2020; 84 (5): 64–71. (In Russ.) Декопов А. В., Томский А. А., Исагулян Э. Д. и др. Лечение посттравматической невропатии седалищного нерва с использованием хронической нейростимуляции и эндоскопической техники. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко*. 2020; 84 (5): 64–71. DOI: 10.17116/neiro20208405164

19. Southerland WA, Hasoon J, Urits I, et al. Dural puncture during spinal cord stimulator lead insertion: Analysis of practice patterns. *Anesth Pain Med*. 2022; 12 (2): e127179. DOI: 10.5812/aapm-127179

Статья поступила в редакцию 26.04.2024; одобрена после рецензирования 20.05.2024; принята к публикации 25.05.2024. The article was submitted 26.04.2024; approved after reviewing 20.05.2024; accepted for publication 25.05.2024.

Информация об авторе:

Иванна Александровна Мещерягина — заведующая травматолого-ортопедическим отделением №15, кандидат медицинских наук, ivalme@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9363-5109.

Information about the author:

Ivanna A. Meshcheryagina — Head of Traumatology and Orthopedic Department No15, PhD, ivalme@yandex.ru, ORCID 0000-0001-9363-5109.