

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab642017>

Эпидуральная стимуляция в коррекции спастического синдрома у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы

О.В. Попова¹, И.Н. Новоселова^{1, 2}, С.А. Валиуллина¹, С.В. Мещеряков¹, А.Г. Гаглоев¹¹ Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошала, Москва, Россия;² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Спастический и болевой синдромы выявляются у 60–78% пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы выше поясничного утолщения. Спастика и боль ухудшают реабилитационный прогноз и препятствуют осуществлению ухода за больными. Применяемые хирургические методы лечения первоначально дают хороший результат, но в отдалённом периоде имеют множество осложнений. Эпидуральная стимуляция спинного мозга на уровне поясничного утолщения значительно уменьшает спастический и болевой синдромы у 61,8% взрослых пациентов и может быть методом выбора коррекции спастического и болевого синдромов у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы.

Цель исследования — оценить применение эпидуральной стимуляции спинного мозга в коррекции спастического и болевого синдромов у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в динамике.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 15 детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в возрасте от 14 до 17 лет включительно, поступившие в НИИ НДХиТ с 2020 года. Диагностика актуального состояния проведена при помощи клинического осмотра с использованием шкал ASIA (определение степени нарушения проводимости спинного мозга), Эшфорта и Тардые (определение мышечного тонуса), MRS (определение мышечной силы), ВАШ (определение болевого синдрома), а также маятникового теста. Кроме того, проводилась электронейромиографическая оценка (F-волна) выраженности спастического синдрома.

Результаты. Эпидуральный стимулятор установлен 15 пациентам. У 12 (80%) детей наблюдалась положительная динамика в виде уменьшения спастичности в среднем на 1–2 балла по шкалам Эшфорта и Тардые, маятниковый тест показал положительную динамику в виде увеличения колебательных движений в 12 (80%) случаях, у 12 (80%) пациентов снизился болевой синдром, у 10 (66,7%) — увеличилась мышечная сила, у 9 (60%) — улучшились электронейромиографические показатели (уменьшение количества патологических F-волн), в 7 (46,7%) случаях была снижена доза антиспастического препарата. Положительной динамики не выявлено у 3 (20%) пациентов.

Заключение. Эпидуральная стимуляция у детей с выраженным спастическим синдромом вследствие позвоночно-спинномозговой травмы, резистентным к консервативному лечению, является методом выбора при лечении спастического синдрома. Правильный отбор пациентов, объективная оценка их актуального состояния увеличивают эффективность данной методики. Эпидуральная стимуляция не только позволяет снизить патологический мышечный тонус, но и купирует болевой синдром.

Ключевые слова: последствия позвоночно-спинномозговой травмы; спастический синдром; эпидуральная стимуляция спинного мозга; медицинская реабилитация; эпидуральный стимулятор.

Как цитировать:

Попова О.В., Новоселова И.Н., Валиуллина С.А., Мещеряков С.В., Гаглоев А.Г. Эпидуральная стимуляция в коррекции спастического синдрома у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2025. Т. 7, № 1. С. 37–44. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab642017>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab642017>

Epidural stimulation for the management of spasticity in children with spinal cord injury sequelae

Olga V. Popova¹, Irina N. Novoselova^{1, 2}, Svetlana A. Valiullina¹, Semen V. Meshcheryakov¹, Alexey G. Gagloev¹

¹ Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma — Dr. Roshal's Clinic, Moscow, Russia;

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Spasticity and pain syndromes occur in 60–78% of patients with spinal cord injury above the lumbar enlargement. Spasticity and pain negatively affect rehabilitation outcomes and complicate patient care. Surgery methods initially yield good results but are associated with numerous complications in the long term. Lumbosacral spinal cord epidural stimulation significantly reduces spasticity and pain in 61.8% of adults and may be a preferred method for managing spasticity and pain syndrome in children with spinal cord injury.

AIM: To assess the long-term effectiveness of epidural spinal cord stimulation in the management of spasticity and pain syndrome in children with spinal cord injury.

MATERIALS AND METHODS: The study included 15 children aged 14 to 17 years with spinal cord injury sequelae who were admitted to the Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma since 2020. The assessment of the current condition was conducted through clinical assessment using the ASIA scale (to assess the impairment of spinal cord conduction), Ashworth and Tardieu scales (to assess muscle tone), MRS (to evaluate muscle strength), VAS (to measure pain syndrome), and the pendulum test. Additionally, an electromyographic assessment (F-wave) was performed to evaluate the severity of spasticity.

RESULTS: An epidural stimulator was implanted in 15 patients. Positive outcomes were observed in 12 (80%) children, with a reduction in spasticity by an average of 1–2 points on the Ashworth and Tardieu scales. The pendulum test demonstrated improvement in 12 (80%) cases, showing an increase in oscillatory movements. Pain severity decreased in 12 (80%) patients, muscle strength improved in 10 (66.7%) patients, and electromyographic parameters (reduction in the number of pathological F-waves) improved in 9 (60%) patients. In 7 (46.7%) cases, the dose of antispastic medication was reduced. No clinical improvement was observed in 3 (20%) patients.

CONCLUSION: Epidural stimulation is the treatment of choice for children with severe spastic syndrome due to spinal cord injury that is refractory to conservative therapy. Proper patient selection and objective assessment of their current condition increase the effectiveness of this method. In addition to improving pathological muscle tone, epidural stimulation also alleviates pain.

Keywords: spinal cord injury; spastic syndrome; epidural stimulation of spinal cord; medical rehabilitation; epidural stimulator.

To cite this article:

Popova OV, Novoselova IN, Valiullina SA, Meshcheryakov SV, Gagloev AG. Epidural stimulation for the management of spasticity in children with spinal cord injury sequelae. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2025;7(1):37–44. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab642017>

Список сокращений

ВАШ (Visual Analog Scale) — визуальная аналоговая шкала боли

НИИ НДХиТ — Научно-исследовательский институт неотложной хирургии и травматологии

Шкала Тардьё (Tardieu Scale) — инструмент для оценки спастичности у пациентов с неврологическими заболеваниями

Шкала Эшфорта (Modified Ashworth Scale) — модифицированная шкала спастичности

ASIA (American Spinal Injury Association) — шкала повреждений при травме спинного мозга Американской ассоциации травм позвоночника

MRS (Medical Research Council Scale) — шкала оценки мышечной силы

ОБОСНОВАНИЕ

При средней выраженности спастического и болевого синдромов применяется консервативная терапия, которая заключается в правильном позиционировании, назначении лечебной физкультуры, преформированных физических факторов, а также медикаментозной терапии. В нейрофармакотерапии спастического и болевого синдромов у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой применяются миорелаксанты центрального, цереброспинального, спинального и синаптического уровней действия, ненаркотические анальгетики, адъюванты (препараты, которые не являются истинными обезболивающими, но могут оказывать анальгезирующий эффект при определённых состояниях) и средства, снижающие эмоциональную лабильность, депрессию и тревогу [1].

К хирургическим методам коррекции повышенного патологического тонуса и болевого синдрома наряду с интратекальным введением лекарственных средств (таких как баклофен), деструктивными операциями на нервные волокна (таких как задняя селективная ризотомия) относят эпидуральную стимуляцию [2]. Принцип эпидуральной стимуляции заключается в воздействии микротока на конкретную зону спинного мозга, благодаря чему достигаются формирование тормозящего действия надсегментарного аппарата, блокада болевых импульсов и вазодилатационный эффект. После имплантации системы уже в тестовом периоде у пациентов снижается мышечный тонус [3]. Методика эпидуральной стимуляции показала свою эффективность у взрослых пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой: у 61,8% — хороший результат, у 23,5% — удовлетворительный [4].

Выбору эпидуральной стимуляции как метода коррекции спастического и болевого синдромов способствует не только его эффективность, но и малоинвазивность, что позволяет уменьшить риск осложнений в результате оперативного вмешательства [5].

Цель исследования — оценить применение эпидуральной стимуляции спинного мозга в коррекции спастического и болевого синдромов у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы в динамике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проводилось неконтролируемое одноцентровое выборочное исследование: выборку составили пациенты в возрасте 14–17 лет с подтверждёнными клиническими и лучевыми методами исследования последствиями травм на уровне шейного/грудного отделов позвоночника, и выраженным спастическим и болевым синдромом, восстановительный период которых занял более 6 месяцев.

Тип экспериментального исследования — неослепленное: все пациенты знали, что им произведена имплантация системы для эпидуральной стимуляции спинного мозга.

Исследование было интервенционным: всем пациентам проведена имплантация системы для эпидуральной стимуляции спинного мозга компании Abbott Eterma (США) через 6 и более месяцев после травмы.

Критерии соответствия

Критерии включения: возраст от 14 до 17 лет включительно; восстановительный период (более 6 месяцев) позвоночно-спинномозговой травмы на шейном и грудном уровнях, подтверждённой клиническими и лучевыми методами обследования; выраженные спастический и болевой синдромы; добровольное информированное согласие пациента или родителей (опекунов) пациента на участие в научном исследовании.

Критерии исключения: возраст до 14 лет; поясничный уровень позвоночно-спинномозговой травмы; отсутствие спастического и/или болевого синдрома; восстановительный период со дня травмы менее 6 месяцев.

Условия проведения

Исследование проведено в ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошаля» Департамента здравоохранения города Москвы (НИИ НДХиТ).

Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с сентября 2020 по март 2023 года.

Описание медицинского вмешательства

В основе используемого вида лечения лежит имплантация электродов в эпидуральное пространство для электростимуляции спинного мозга. Всем пациентам была проведена имплантация системы для эпидуральной стимуляции спинного мозга компании Abbott Eterma через 6 месяцев и более после травмы. После выписки из стационара наблюдение продолжалось, при этом имелась возможность коррекции режима стимуляции спинного мозга.

Анализ в подгруппах

Выделены две подгруппы — с медикаментозной коррекцией и без таковой.

Методы регистрации исходов

Для определения уровня и степени тяжести нарушения проводимости спинного мозга применяли шкалу ASIA Американской ассоциации травм позвоночника (American Spinal Injury Association). Для оценки выраженности спастического синдрома использовали шкалы Эшфорта (Modified Ashworth Scale) и Тардые (Tardieu Scale) [6].

Объективное подтверждение снижения патологического тонуса осуществляли с помощью маятниковых теста и определения F-волны при проведении электромиографии [7].

Оценку выраженности болевого синдрома проводили по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) для детей от 8 лет и старше [8]. Для оценки мышечной силы использовали шкалу MRS (Medical Research Council Scale).

Параметры функционального исхода обозначали абсолютными значениями и вычисляли разницей между показателями по шкалам на момент поступления и выписки (показатель прироста/снижения, дельта, Δ) — Δ MoCA (Монреальская когнитивная шкала), Δ NIHSS (шкала тяжести инсульта национальных институтов США), Δ BI (индекс Бартел), Δ mRS (модифицированная шкала Рэнкина).

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Выборка составила 15 человек, оценивался результат до и после установки эпидурального тестового стимулятора.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерной программы Statistica v.6.0 StatSO Inc. (Dell Inc., США). Использовали вычислительные и графические возможности редактора электронных таблиц MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В исследование включено 15 детей (от 14 до 17 лет включительно), поступивших в НИИ НДХИТ с 2020 года

с диагнозом «Последствия травмы спинного мозга (Т91.3)». По полу пациенты были разделены следующим образом: 7 (46,7%) девочек, 8 (53,3%) мальчиков. Деление по уровню травмы было следующим: у 5 (33,3%) — грудной (от Th5 до Th11), у 10 (66,7%) — шейный (от C4 до C7, у одного пациента — C5–T3) отделы позвоночника.

Диагностика актуального состояния проведена при помощи клинического осмотра. При клиническом осмотре использовали шкалы ASIA (для определения степени нарушения проводимости спинного мозга), Эшфорта и Тардые (для определения мышечного тонуса), MRS (для определения мышечной силы), ВАШ (для определения болевого синдрома), также был проведён маятниковый тест; кроме того, выполнена электромиографическая оценка (F-волна) выраженности спастического синдрома.

Основные результаты исследования

Результаты исследования представлены в табл. 1.

Из 15 пациентов 3 (30%) не показали положительной динамики.

По шкале ASIA у 10 (66,67%) пациентов класс чувствительности остался на прежнем уровне, у 5 (33,33%) — наблюдалась положительная динамика в виде увеличения чувствительности, из них у 4 (26,67%) — на один уровень, у 1 (6,67%) — на два уровня чувствительности (изменения признака статистически значимы, $p=0,028$).

По шкале Эшфорта положительную динамику показали 12 (80%) пациентов, при этом в 3 (20%) случаях уменьшение спастического синдрома было оценено на 1 балл, в 9 (60%) — на 2 балла, в 1 (6,67%) — на 4 балла (изменения признака статистически незначимы, $p=0,000$).

По шкале Тардые результаты следующие: положительную динамику показали 12 (80%) пациентов, из них уменьшение спастического синдрома оценено на 1 балл у 3 (20%), на 2 балла — у 9 (60%), на 4 балла — у 1 (6,67%). Изменения признака статистически незначимы ($p=0,000$).

При проведении маятникового теста 3 (20%) пациента не показали положительной динамики после установки эпидурального стимулятора, в 2 (13,33%) случаях число колебательных движений увеличилось на 1 движение, в 8 (53,33%) — на 2 движения, в 2 (13,33%) — на 4 движения (изменения признака статистически значимы, $p=0,015$).

У 6 (40%) пациентов феномен F-волны не наблюдался и до установки эпидурального стимулятора, после его установки число пациентов составило 100% (изменения признака статистически незначимы, $p=0,009$).

До установки эпидурального стимулятора болевой синдром по шкале ВАШ отсутствовал у 3 (20%) пациентов, после установки — отсутствовал в 100% случаев (изменения признака статистически незначимы, $p=0,000$).

Таблица 1. Основные результаты исследования**Table 1.** Primary results

Пациент	Тест												F-волна	
	ASIA, уровень		Эшфорта, балл		Тардые, балл		Маятниковый, количество колебательных движений		ВАШ, балл		MRS, балл			
	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После
1	A	A	2	2	2	2	5	5	0	0	50	50	-	-
2	A	A	2	2	2	2	5	5	0	0	50	50	-	-
3	B	B	3	2	2	1	2	4	4	0	8	10	-	-
4	C	D	3	1	3	1	2	6	8	0	54	92	+	-
5	B	C	2	1	2	1	4	5	4	0	50	60	-	-
6	C	C	4	2	4	2	3	5	4	0	42	67	+	-
7	A	A	4	2	4	2	3	5	4	0	50	50	+	-
8	B	B	4	2	4	2	2	4	5	0	9	10	+	-
9	A	A	2	2	2	2	3	3	0	0	8	10	-	-
10	B	B	5	3	4	2	1	3	3	0	25	25	+	-
11	C	D	4	2	4	2	4	6	4	0	74	85	+	-
12	C	C	4	2	4	2	3	4	6	0	60	79	-	-
13	B	D	4	0	4	0	1	5	4	0	24	24	+	-
14	B	C	4	2	4	2	3	5	5	0	50	60	+	-
15	C	C	4	2	4	2	4	6	4	0	54	60	+	-

По шкале MRS у 4 (26,67%) пациентов не наблюдалась положительной динамики (из них двое вообще не показывали положительной динамики реабилитационных мероприятий), в 7 (46,67%) случаях динамика была незначительной (изменения признака статистически значимы, $p=0,013$).

Представленные выше значения парного t-критерия Стьюдента отражены в табл. 2.

Дополнительные результаты исследования

У 12/15 (80%) пациентов до установки эпидурального стимулятора наблюдался выраженный спастический синдром (по шкале Эшфорта — 4 балла, по шкале Тардые — 3 балла), резистентный к комбинированной антиспастической терапии (Баклосан + Сирдалуд) в течение 4 месяцев. У 12 (80%) пациентов наблюдался болевой синдром (6 баллов по шкале ВАШ), не купируемый ни прямыми анальгетиками, ни адьювантными. После установки стимулятора у 11/15 (73,3%) человек наблюдалась положительная динамика в виде уменьшения спастического синдрома по шкале Эшфорта

Таблица 2. Значения парного t-критерия**Table 2.** Paired Student's t-test values

Тест	<i>p</i>
Шкала ASIA	0,028
Шкала Эшфорта	0,000
Шкала Тардые	0,000
Маятниковый тест	0,015
Шкала боли ВАШ	0,000
Шкала MRS	0,013
F-волна (миография)	0,009

до 2 баллов, по шкале Тардые — до 2 баллов. У 1 (6,67%) пациента после установки стимулятора спастический синдром отсутствовал (0 баллов по шкалам Эшфорта и Тардые). У 7 (46,7%) детей снизилась доза противоспастического препарата.

Нежелательные явления

Нежелательных явлений в ходе исследования не отмечено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют положительное влияние эпидуральной стимуляции на выраженность спастического и болевого синдромов.

Резюме основного результата исследования

Эпидуральный стимулятор был установлен 15 пациентам. У 12 (80%) из них наблюдалась положительная динамика в виде уменьшения спастичности в среднем на 1–2 балла по шкалам Эшфорта и Тардье. У 10 (66,7%) детей увеличилась мышечная сила, у 9 (60%) — улучшились показатели электронейромиографии (уменьшение количества патологических F-волн), у 7 (46,7%) — снизилась доза противоспастического препарата. У всех пациентов после установки стимуляторов был купирован болевой синдром. Реабилитационные мероприятия, в соответствии со шкалой MRS, показали высокую эффективность у 4 (26,6%) пациентов, ещё у 7 — среднюю (46,7%), что также было оценено положительно. Положительной динамики не выявлено в 3 (20%) наблюдениях.

Обсуждение основного результата исследования

Полученные результаты подтверждают и дополняют данные, полученные ранее в зарубежных исследованиях касательно положительного влияния эпидуральной стимуляции для снижения спастического синдрома у взрослых пациентов [4, 5]. Необходимо обратить внимание, что важным отличием является то, что в детском возрасте имеются особенности, которые нужно учитывать при использовании эпидуральной стимуляции. Таким образом, критерии выбора у детей включают в себя не только выраженность спастического и болевого синдромов, но и психологические особенности. Ограничение касается также использования противоспастических препаратов в связи с быстрым периодом привыкания к ним и более высоким уровнем токсичности для детей по сравнению со взрослыми пациентами. Был сделан вывод, что применение эпидуральной стимуляции — это наиболее оптимальный метод лечения спастического и болевого синдромов в детском возрасте.

Ограничения исследования

Среди недостатков исследования можно назвать его небольшую выборку — 15 человек, что связано с новизной данного метода лечения. В ходе проведения исследования не выявлено факторов, способных существенным образом повлиять на его выводы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эпидуральная стимуляция у детей с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы с выраженным спастическим синдромом, резистентным к консервативному лечению, показала положительный клинический эффект — не только снижение патологического мышечного тонуса, но и купирование болевого синдрома. Так, в большинстве случаев наблюдалась положительная динамика в виде увеличения чувствительности, снижения патологического мышечного тонуса, увеличения колебательных движений и снижения дозы противоспастического препарата, а после установки эпидуральных стимуляторов в 100% случаев отсутствовали болевой синдром и феномен F-волны.

Таким образом, эпидуральная стимуляция у детей с выраженным спастическим синдромом вследствие позвоночно-спинномозговой травмы, резистентным к консервативной терапии, является методом выбора лечения спастического синдрома. Правильный отбор пациентов, объективная оценка их актуального состояния увеличивают эффективность данной методики.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. О.В. Попова — обзор публикаций по теме статьи, выбор и исследование пациентов, проведение исследования, предоставление полученных данных, написание текста рукописи; И.Н. Новоселова — концепция и дизайн, обзор публикаций по теме исследования, анализ полученных данных, научная редакция текста рукописи; С.А. Валиуллина — общее редактирование, утверждение рукописи для публикации; С.В. Мещеряков — общее редактирование, утверждение рукописи для публикации. А.Г. Гаглов — выбор и исследование пациентов, установка эпидуральных стимуляторов. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Благодарности. Авторы выражают признательность отделу реабилитации, отделу нейрохирургии, статистическому отделу, отделу переводов ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошалея» Департамента здравоохранения города Москвы.

Этическая экспертиза. Одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии — Клиника доктора Рошалея» Департамента здравоохранения города Москвы (протокол № 4 от 24.11.2022). Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Исследование поддержано грантом Правительства г. Москвы «Система комплексной реабилитации детей с острыми травматическими повреждениями на основе организационной модели с применением инновационных медико-конвергентных технологий» (проект № 2412-9).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При проведении исследования и создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе неприменима. Доступ к данным, полученным в настоящем исследовании, закрыт в связи с конфиденциальностью информации о пациентах.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions. O.V. Popova — literature review on the topic of the article, selection and examination of patients, conducting the study, providing the obtained data, writing the manuscript; I.N. Novoselova — concept and design, literature review on the research topic, analysis of the obtained data, scientific editing of the manuscript text; S.A. Valiullina — overall editing, approval of the manuscript for publication; S.V. Meshcheryakov — overall editing, approval of the manuscript for publication. A.G. Gagloev — selection and examination of patients, implantation epidural stimulators. Thereby, all authors provided approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or

integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Acknowledgments. The authors express their gratitude to the rehabilitation department, neurosurgery department, statistical department, and translation department of the Research Institute of Emergency Surgery and Traumatology of the Moscow Healthcare Department.

Ethics approval. Approved by the local ethical committee of the State Budgetary Institution 'Research Institute of Emergency Children's Surgery and Traumatology — Clinic of Dr Roshal' of the Moscow City Health Department (Protocol No. 4 of 24.11.2022). All study participants voluntarily signed an informed consent form prior to inclusion in the study.

Funding sources. The study was supported by a grant from the Government of Moscow "System of Comprehensive Rehabilitation for Children with Acute Traumatic Injuries Based on an Organizational Model Using Innovative Medical-Convergent Technologies" (project No. 2412-9).

Disclosure of interests. The authors have no relationships, activities or interests for the last three years related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. The authors did not use previously published information (text, illustrations, data) in conducting research and creating this work.

Data availability statement. Editorial policy on data sharing not applicable to this work. Access to the data obtained in this study is closed due to confidential patient information

Generative AI. Generative AI technologies were not used for this article creation.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Ninel VG, Smol'kin AA, Korshunova GA, Norikin IA. Methods of neuromodulation in the treatment of spastic syndrome and their role in complex rehabilitation of patients after spine and spinal cord injuries. *Spine Surgery*. 2016;13(3):15–21. doi: 10.14531/ss2016.3.15-21 EDN: WKYPAN
2. Isagulian ED, Kononov NA. *Neuromodulation of pain. Effective control of severe pain syndromes*. Moscow: IP «T.A. Alekseev»; 2020. 840 p. (In Russ.)
3. Kamadey OO, Krivoshechekov EP. Neurophysiological aspects of chronic epidural spinal cord stimulation in patients with spastic and pain syndromes. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ" (rehabilitation, doctor and health)*. 2019;(4):45–50. EDN: HPSXTG
4. Dountz PV, Pak OI, Elitskiy AS, Gorbarenko RS. Applying chronic epidural stimulation of spinal cord. *Pacific medical journal*. 2012;(3):88–91. EDN: TDRZWX
5. Rzaev DA, Rudenko VV, Pudovkin IL, et al. Spinal cord stimulation in treatment of the neuropathic pain syndromes: Initial experience. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2010;(2):68–71. doi: 10.21823/2311-2905-2010-0-2-68-71 EDN: MUQZPB
6. Belova AN, Builova TW, Buliubash ID, et al. Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation: A guide for clinicians and researchers. Moscow: Antidor; 2002. 440 p. (In Russ.) EDN: SIXRNF
7. Kan'shina DS, Kuznetsov AN, Nikolaev SG, et al. The variability of representation and latency of the F-wav. *Neuromuscular diseases*. 2019;9(1):61–66. doi: 0.17650/2222-8721-2019-9-1-61-66 EDN: ZDFHBZ
8. Mokhov EM, Kadykov VA, SergeevAN, et al. Pain scoring systems and their application features in medicine (literature review). *Upper Volgamedical journal*. 2019;18(2):34–37. EDN: DEYKPY

ОБ АВТОРАХ

* **Попова Ольга Владимировна;**

адрес: Россия, 119180, Москва, ул. Б. Полянка, д. 22;

ORCID: 0000-0003-4434-0659;

eLibrary SPIN: 5125-6980;

e-mail: oglapopova@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Olga V. Popova, MD;**

address: 22 Bolshaya Polyanka st, Moscow, Russia, 119180;

ORCID: 0000-0003-4434-0659;

eLibrary SPIN: 5125-6980;

e-mail: oglapopova@mail.ru

Новоселова Ирина Наумовна, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0003-2258-2913;

eLibrary SPIN: 1406-1334;

e-mail: i.n.novoselova@gmail.com

Валиуллина Светлана Альбертовна, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-1622-0169;

eLibrary SPIN: 6652-2374;

e-mail: vsa64@mail.ru

Мещеряков Семен Владимирович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-3701-4628;

eLibrary SPIN: 3277-3926;

e-mail: msaemon@rambler.ru

Гаглов Алексей Георгиевич;

ORCID: 0009-0009-1621-5659;

eLibrary SPIN: 7101-4640;

e-mail: Gagloev.ag@yandex.ru

Irina N. Novoselova, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-2258-2913;

eLibrary SPIN: 1406-1334;

e-mail: i.n.novoselova@gmail.com

Svetlana A. Valiullina, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-1622-0169;

eLibrary SPIN: 6652-2374;

e-mail: vsa64@mail.ru

Semen V. Meshcheryakov, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-3701-4628;

eLibrary SPIN: 3277-3926;

e-mail: msaemon@rambler.ru

Alexey G. Gagloev;

ORCID: 0009-0009-1621-5659;

eLibrary SPIN: 7101-4640;

e-mail: Gagloev.ag@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author