



Забродец Г.В.✉, Рушкевич Ю.Н., Талабаев М.В., Василевич Э.Н., Пешко Е.А.,
Венегас К.Ф.
Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии,
Минск, Беларусь

Первые результаты применения селективной дорзальной ризотомии при спастичности нижних конечностей у взрослых

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Забродец Г.В. – концепция, отбор пациентов, дооперационное обследование и интраоперационный нейромониторинг, написание статьи; Рушкевич Ю.Н. – научное руководство, идея, концепция, отбор пациентов, редактирование; Талабаев М.В. – отбор пациентов, нейрохирургическое вмешательство, редактирование статьи; Василевич Э.Н. – научное руководство, отбор пациентов, нейрохирургическое вмешательство, редактирование статьи; Пешко Е.А. – нейрохирургическое вмешательство; Венегас К.Ф. – нейрохирургическое вмешательство.

Подана: 09.01.2026

Принята: 15.05.2026

Контакты: glebzabrodzets@gmail.com

Резюме

Цель. Представить первые результаты селективной дорзальной ризотомии у взрослых при спастической геми- и параплегии в Беларуси.

Материалы и методы. В исследование были последовательно включены 10 пациентов с целью хирургического лечения рефрактерной спастичности. Возраст пациентов составил 40,6 [18,0; 46,9] года, давность патологии – 16,1 [4,5; 18,0] года. Комплекс исследований включал гониометрию тазобедренных, коленных и голеностопных суставов с измерением активных и пассивных объемов движений, оценивалась мышечная сила по шкале MRCS, спастичность – по модифицированной шкале Ashworth. У амбулаторных пациентов проводился тест ходьбы на 25 футов. Селективная дорзальная ризотомия выполнялась одноуровневым доступом под нейрофизиологическим мониторингом с пересечением от 25 до 75% фасцикул дорзальных корешков под тотальной внутривенной анестезией. Эффективность вмешательства и его осложнения оценивались в течение 1 месяца после хирургического лечения.

Результаты. В результате селективной дорзальной ризотомии было пересечено 63 из 121 (52,1%) и 73 из 151 (48,3%) фасцикулы справа и слева соответственно. В раннем послеоперационном периоде было отмечено увеличение мышечной силы в нижних конечностях с 2,6 [2,0; 3,1] до 2,85 [2,0; 3,7] ($p=0,043$). Усредненный балл спастичности изменился в сторону снижения у всех пациентов с 1,95 [1,4; 2,4] до 0,7 [0,2; 1,2] ($p=0,005$). Аналогичные по динамике данные были получены при оценке времени ходьбы на расстояние 25 футов. Все амбулаторные пациенты прошли быстрее дистанцию без снижения качества ходьбы со снижением времени с 32,4 [16,6; 55,12] до 22,5 [11,6; 41,1] секунды ($p=0,028$). Среди побочных действий наблюдались болевой нейропатический синдром легкой или средней степени тяжести, ощущение «отечности, тяжести», зоны гипестезии в области голеней или стоп с постепенным



регрессом в течение 1–2 недель. В 2 случаях потребовалось хирургическое вмешательство по поводу выявленной ликвореи и подкожной гематомы.

Заключение. Выполнение селективной пояснично-крестцовой дорзальной ризотомии у взрослых пациентов является перспективным методом коррекции спастического синдрома в нижних конечностях. С целью повышения эффективности селективности ризотомии требуется дальнейшее изучение нейрофизиологических методов контроля спастичности на до- и интраоперационном этапе.

Ключевые слова: селективная дорзальная ризотомия, взрослые, спастическая геми- и параплегия нижних конечностей, интраоперационный нейрофизиологический мониторинг, эффективность, послеоперационные осложнения

Zabrodzets G.✉, Rushkevich Yu., Talabaev M., Vasilevich E., Peshko E., Venegas K.
Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus

First Results of Selective Dorsal Rhizotomy for Lower Limb Spasticity in Adults

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Zabrodzets G. – article concept, patient selection, preoperative assessment and intraoperative neuromonitoring, text writing; Rushkevich Yu. – scientific supervision, idea, concept, patient selection, editing; Talabaev M. – patient selection, neurosurgical intervention, editing; Vasilevich E. – scientific supervision, patient selection, neurosurgical intervention, editing; Peshko E. – neurosurgical intervention; Venegas K. – neurosurgical intervention.

Submitted: 09.01.2026

Accepted: 15.05.2026

Contacts: glebzabrodzets@gmail.com

Abstract

Purpose. To present the first results of selective dorsal rhizotomy in adults with spastic hemiplegia and paraplegia performed in Belarus.

Materials and methods. A total of 10 patients were consecutively enrolled in the study in order to undergo surgical treatment of refractory spasticity. The patients' age was 40.6 [18.0; 46.9] years, and the duration of the pathology was 16.1 [4.5; 18.0] years. The study included goniometry of the hip, knee, and ankle joints, measuring active and passive ranges of motion, and assessing muscle strength using the MRCSS scale and spasticity using the modified Ashworth scale. Outpatient patients underwent a 25-foot walk test. Selective dorsal rhizotomy was performed using a single-level approach under neurophysiological monitoring, with 25 to 75% of the dorsal root fascicles being transected under total intravenous anesthesia. The effectiveness of the intervention and its complications were evaluated within 1 month after surgical treatment.

Results. As a result of selective dorsal rhizotomy, 63 of 121 (52.1%) and 73 of 151 (48.3%) fasciculi were crossed on the right and left sides, respectively. In the early postoperative period, there was an increase in muscle strength in the lower extremities from 2.6 [2.0; 3.1] to 2.85 [2.0; 3.7] ($p=0.043$). The average spasticity score decreased in all patients from 1.95 [1.4; 2.4] to 0.7 [0.2; 1.2] ($p=0.005$). Similar trends were observed in the assessment of walking time over a distance of 25 feet. All outpatients walked faster with no decrease

in walking quality, with a decrease in time from 32.4 [16.6; 55.12] to 22.5 [11.6; 41.1] seconds ($p=0.028$).

Conclusion. Performing selective lumbosacral dorsal rhizotomy in adult patients is a promising method for correcting spasticity in the lower extremities. To improve the selectivity of rhizotomy, further research into neurophysiological methods for spasticity control at the pre- and intraoperative stages is required.

Keywords: selective dorsal rhizotomy, adults, spastic hemiplegia and paraplegia of the lower extremities, intraoperative neurophysiological monitoring, efficacy, postoperative complications

■ ВВЕДЕНИЕ

Спастичность является одним из основных клинических проявлений множества заболеваний центральной нервной системы вне зависимости от уровня поражения. Несмотря на то, что в ряде случаев спастичность помогает компенсировать центральный парез в конечностях, что особенно важно при вертикализации пациентов в периоде реабилитации, при определенной степени выраженности именно спастичность может являться наиболее важной причиной страданий пациента и его функциональных ограничений. При исчерпании резервов компенсации функциональных нарушений за счет формирования новых нейронных связей в центральной нервной системе наступает период относительной стабилизации состояния. Однако спастичность – это не только расстройство движений, характеризующееся скоростью-зависимым повышением тонического рефлекса на растяжение (мышечного тонуса) с усилением сухожильных рефлексов [1]. В настоящее время это понятие трактуется более широко – как «нарушение сенсомоторного контроля» – и подвергается постоянному пересмотру [1–3]. При определенных условиях спастичность трансформируется в прогрессирующий инвалидизирующий процесс, приводящий к укорочению мышц, костным деформациям, стойкому болевому синдрому. И основной проблемой в данной ситуации является сохранение спастичности (ее рефрактерность), несмотря на применение пероральных антиспастических препаратов в достаточных терапевтических дозах (или появление непереносимых побочных эффектов), неадекватный ответ на локальную терапию (препараты ботулотоксина) и физические методы. В данной ситуации предлагается выполнение хирургического вмешательства, одним из вариантов которого и является селективная дорзальная ризотомия (СДР) [4].

СДР – это нейрохирургическое вмешательство, наиболее часто выполняемое на пояснично-крестцовом уровне для снижения спастичности нижних конечностей. Цель ее состоит в прерывании (точнее в снижении) афферентного стимула моносинаптического рефлекса растяжения.

СДР с целью уменьшения спастичности впервые была описана Foerster в 1900-х годах, однако в связи частым развитием параличей с сенсорными нарушениями данная методика на то время не получила распространения [5]. Но благодаря работам Fasano по интерпретации вариантов ответов на интраоперационную электрофизиологическую стимуляцию, модификации хирургического доступа по Peacock с многоуровневой ламинэктомией L2–L5 с последующей СДР на уровне конского хвоста (L2–S1) хирургия спастики была возрождена [6, 7]. Позже Park модифицировал методику



на одноуровневый доступ (обычно L1 или L2), применил ультразвук для локализации *conus medullaris* [8].

В настоящее время применяются оба типа хирургического доступа, как на уровне конского хвоста, так и на уровне конуса, также выполняется как ламинопластика, так и ламинэктомия. Тем не менее одноуровневый доступ является наиболее щадящим и именно при нем значение интраоперационного нейромониторинга играет центральную роль в обеспечении селективности, эффективности и безопасности СДР. Несмотря на то, что нет сомнений в необходимости применения СДР в коррекции спастичности [4, 9], существуют противоречивые мнения по поводу долгосрочной эффективности [10–12], распространенности послеоперационных осложнений [13], критериям отбора пациентов, целесообразности применения данной методики на взрослой популяции при различной нозологии [14, 15].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представить первые результаты селективной дорзальной ризотомии у взрослых при спастической геми- и параплегии в Беларуси.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были последовательно включены 10 пациентов, госпитализированных в РНПЦ неврологии и нейрохирургии для коррекции рефрактерной спастичности в связи с неэффективностью консервативного лечения не менее двух лет. Возраст (Me [Q1; Q3]) пациентов составил 40,6 [18,0; 46,9] года. Минимальный возраст у одного пациента составил 17,9 года на момент поступления в стационар, и с учетом достижения совершеннолетия в послеоперационном периоде пациент был включен в исследование для динамического наблюдения. Максимальный возраст не превышал 49,2 года. В выборке преобладали лица мужского пола: 8 из 10.

Шесть из десяти пациентов были амбулаторными (возможность ходьбы самостоятельно или со вспомогательными приспособлениями). Распределение спастичности было разнообразным: билатеральным без существенной асимметрии, билатеральным с клинически значимой асимметрией (различие более чем 1 балл по модифицированной шкале Ashworth (МША)), односторонним. Давность патологии составила 16,1 [4,5; 18,0] года. Подробные демографические и клинические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Все пациенты, включенные в исследование, были выявлены на амбулаторном этапе при обращении в консультативно-поликлиническое отделение РНПЦ неврологии и нейрохирургии или на стационарном этапе лечения данного учреждения. Пациенты не имели сопутствующей патологии периферической нервной системы, предшествующих операций на спинном мозге и корешках спинного мозга.

Все пациенты добровольно подписали форму информированного согласия участника исследования. Форма одобрена комитетом по этике РНПЦ неврологии и нейрохирургии. Пациентам была выполнена гониометрия в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах с измерением активных и пассивных объемов движений (АОД и ПОД соответственно). Измерения выполнялись ручным электронным гониометром с регистрацией среднего из трех последовательных измерений в целых числах. Мышечная сила оценивалась по шкале Совета по медицинским исследованиям (Medical Research Council Scale, MRCS), спастичность – по МША. Также у амбулаторных

Таблица 1
Демографические и клинические характеристики пациентов
Table 1
Demographic and clinical data of the study patients

Пациент	Пол	Возраст, лет	Нозология*	Давность патологии, лет	Амбулаторный статус**	Распределение спастичности***
1	Муж.	17,9	ДЦП	17,9	Амб.	2,0
2	Муж.	38,4	ЧМТ	6,4	НАмб.	2,0
3	Муж.	44,8	ВМК	2,8	Амб.	1,0
4	Муж.	33,0	ЧМТ	2,5	Амб.	1,5
5	Муж.	46,9	ТБСМ	24,2	Амб.	2,0
6	Жен.	49,2	ДЦП	49,2	НАмб.	2,0
7	Муж.	18,0	ДЦП	18,0	НАмб.	2,0
8	Муж.	42,8	ВМК	4,5	Амб.	1,0
9	Муж.	18,0	ДЦП	18,0	НАмб.	2,0
10	Жен.	54,2	ОРЭМ	14,2	Амб.	1,5

Примечания: * нозология: ДЦП – детский церебральный паралич, ЧМТ – последствия перенесенной черепно-мозговой травмы, ВМК – внутримозговое кровоизлияние в области базальных ядер, ТБСМ – травматическая болезнь спинного мозга на уровне Т7–12 позвонков, ОРЭМ – последствия перенесенного острого рассеянного энцефаломиелита; ** амбулаторный статус: Амб. – амбулаторный, НАмб. – неамбулаторный; *** распределение спастичности: 2,0 – билатеральное; 1,5 – с клинически значимой асимметрией; 1,0 – одностороннее.

пациентов исследовалась скорость ходьбы – тест ходьбы на 25 футов (Т25FW). Все измерения выполнялись в утреннее время после пробуждения или после нахождения в покое (лежа) не менее 30 минут.

СДР выполнялась одноуровневым доступом под нейрофизиологическим мониторингом с пересечением от 25 до 75% фасцикул дорзальных корешков (ДК) под тотальной внутривенной анестезией. Эффективность вмешательства и его осложнения оценивались при сравнении параметров на этапе включения в исследование и в течение 1 месяца после хирургического лечения.

Статистическая обработка материала выполнена в IBM SPSS Statistics 27. Описательные данные представлены в виде медианы и квартилей – Me [Q1; Q3]. Для оценки динамики показателей зависимых выборок применялся критерий Уилкоксона (Wilcoxon matched pairs test). Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Все 10 случаев СДР были выполнены в условиях РНПЦ неврологии и нейрохирургии, и после краткосрочного нахождения в палате пробуждения все пациенты были переведены в нейрохирургическое отделение, а после снятия швов – в неврологическое отделение. Первые 3 дня пациенты соблюдали строгий постельный режим в положении на животе для профилактики ликвореи. Присаживание в постели и вертикализация допускались с 5-го дня. Динамика параметров мышечной силы, тонуса и скорости ходьбы, объема движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, уровень и объем СДР указаны в табл. 2–5.



Таблица 2

Динамика параметров мышечной силы, тонуса и скорости ходьбы

Table 2

Changes in muscle strength, tone and 25-foot walking test performance

Пациент	Сила*, балл		Мышечный тонус**, МША		T25FW***, сек.	
	до	после	до	после	до	после
1	2,2	2,2	2,0	0,8	55,12	41,1
2	1,6	1,9	2,4	1,2	–	–
3	3,9	4,3	1,1	0,2	16,6	11,6
4	2,6	3,4	1,9	1,1	47,9	30,6
5	0,0	0,0	1,4	0,2	–	–
6	3,1	3,1	2,05	0,6	125	105
7	2,6	2,6	2,8	1,6	–	–
8	2,6	3,7	1,0	0,2	16,9	14,4
9	2,0	2,0	2,8	1,4	–	–
10	3,7	3,8	1,9	0,2	14,3	11,2
p****	0,043		0,005		0,028	

Примечания: * сила по MRCS: указан средний балл при оценке силы в конечностях (в одной – при гемипарезе) при сгибании, разгибании и приведении бедер, сгибании и разгибании голеней, стоп; ** мышечный тонус по МША: указан средний балл при оценке тонуса в конечностях (в одной – при гемипарезе) при отведении бедер, сгибании и разгибании в коленных и голеностопных суставах; *** T25FW (время указано как среднее для двух попыток в секундах) указан только у амбулаторных пациентов с применением одних и тех же вспомогательных приспособлений; ****p – Wilcoxon Matched Pairs Test.

Таблица 3

Динамика объема движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах справа

Table 3

Changes in ROM in the right hip, knee and ankle joints

Пациент	Динамика* объема движений в суставе (сгибание/разгибание), градусы							
	тазобедренный сустав (сгибание/разгибание)		тазобедренный сустав (отведение/приведение)		коленный сустав (сгибание/разгибание)		голеностопный сустав (сгибание/разгибание)	
	ПОД	АОД	ПОД	АОД	ПОД	АОД	ПОД	АОД
1	–	–	–	–	71	21	30	11
2	60	16	13	2	58	47	21	6
3	3	17	–3	1	40	35	22	15
4	–	–	–	–	–	–	–	–
5	9	0	–2	0	–1	0	24	0
6	21	21	4	8	15	32	11	9
7	22	6	8	20	23	8	14	10
8	–	–	–	–	–	–	–	–
9	14	15	10	7	21	62	13	15
10	4	36	5	6	10	34	23	18
p**	0,012	0,028	0,036	0,052	0,011	0,012	0,008	0,011

Примечания: пациентам № 4 и № 8 СДР выполнялась для снижения спастичности правой конечности; * динамика объема движений представляет собой разницу между параметрами после- и дооперационного уровня; ** p – Wilcoxon Matched Pairs Test.

Таблица 4
Динамика объема движений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах слева
Table 4
Changes in ROM in the left hip, knee and ankle joints

Паци- ент	Динамика объема движений в суставе (сгибание/разгибание), градусы							
	тазобедренный сустав (сгибание/ разгибание)		тазобедренный сустав (отведение/ приведение)		коленный сустав (сгибание/разгиба- ние)		голеностопный сустав (сгибание/ разгибание)	
	ПОД	АОД	ПОД	АОД	ПОД	АОД	ПОД	АОД
1	31	35	13	9	60	16	34	37
2	64	12	5	1	56	30	14	15
3	–	–	–	–	–	–	–	–
4	25	20	4	7	44	34	8	20
5	20	0	–6	0	2	0	24	0
6	6	20	6	7	11	14	5	10
7	19	12	20	31	18	12	31	12
8	–8	–3	35	31	–4	4	27	19
9	27	26	2	4	18	67	16	22
10	33	70	8	12	20	38	38	20
p*	0,015	0,017	0,033	0,012	0,015	0,012	0,008	0,012

Примечание: пациенту № 3 СДР выполнялась для снижения спастичности левой конечности.

Таблица 5
Интраоперационная характеристика селективной дорзальной ризотомии
Table 5
Intraoperative characteristics of the dorsal rootlet sectioning

Пациенты	Уровень ламин- эктомии	Выделенные дор- зальные корешки для СДР		Количество фас- цикул дорзальных корешков		Количество пересечен- ных фасцикул дорзаль- ных корешков	
		справа	слева	справа	слева	справа	слева
1	L1	L1-S1	L1-S1	23	26	8	9
2	L5	L5-S1	L5-S1	8	8	6	6
3	L3	L3-S1	–	14	–	7	–
4	L4	–	L4-S1	–	12	–	5
5	L3	L3-L4	L3-L4	8	8	4	4
6	L2	L2-S1	L2-S1	11	17	9	12
7	L2	L2-S1	L2-S1	18	19	9	12
8	L3	–	L3-S1	–	15	–	4
9	L2	L2-S1	L2-S1	19	26	12	14
10	L2	L2-S1	L2-S1	20	20	8	7

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическое лечение с целью снижения спастичности предлагается в случае неэффективности консервативного (физические методы воздействия и пероральные миорелаксанты) и малоинвазивного лечения (инъекции ботулотоксина). СДР как один из хирургических методов, по общепринятому мнению, требует соблюдения строгих критериев отбора в связи с необратимостью воздействия [4, 15].



Данные недавно опубликованного всемирного опроса по показаниям, хирургическим аспектам и послеоперационной реабилитации пациентов после СДР выявили не только сходства, но и значительную вариабельность в подходах по указанным критериям [15]. Основной группой пациентов являлись амбулаторные дети с диплегической формой ДЦП в возрасте до 16 лет. Отмечен незначительный опыт применения СДР у неходячих пациентов, при патологии, отличной от ДЦП, а также у взрослых. Тем не менее возрастает количество данных, указывающих на то, что СДР может принести пользу и при смещении фокуса внимания в сторону улучшения повседневного ухода и комфорта, а не улучшения походки [16].

В нашем исследовании мы поставили цель изучить эффективность СДР при спастичности разнообразной патологии взрослого возраста как амбулаторных, так и неамбулаторных пациентов. Селективность нейрохирургического вмешательства основывалась изначально на этапе преоперационного мануального тестирования спастичности мышечных групп нижних конечностей и визуальном анализе патологического паттерна ходьбы. После выделения целевых мышечных групп определялся верхний уровень хирургического доступа (ламинэктомии). В дальнейшем на этапе интраоперационного нейромониторинга пересечению подвергались те фасцикулы корешков, электростимуляция которых вызывала наиболее активное сокращение целевых мышц. Объем пересечения фасцикул каждого корешка варьировал от 25% до 75%. В итоге было пересечено 63 из 121 (52,1%) и 73 из 151 (48,3%) фасцикулы справа и слева соответственно.

Изначально из-за неоднородности клинических характеристик пациентов с вариабельностью выраженности парезов мышц нижних конечностей, амбулаторного статуса, распределения спастичности по мышечным группам и по сторонам обобщенная описательная характеристика пациентов представляла определенные трудности. Несмотря на то, что выполнение СДР рекомендуется при достаточном моторном контроле [4], в нашей выборке пациентов усредненная сила по вышеуказанным мышечным группам составила 2,6 [2,0; 3,1] балла, что обусловлено наличием 4 неамбулаторных пациентов с выраженными нижними спастическими парализациями или параплегией. В случаях неамбулаторных пациентов мы преследовали цель увеличения объема движений в крупных суставах нижних конечностей для улучшения ухода, уменьшения выраженности спинальных автоматизмов и болевого синдрома, возможности последующих ортопедических хирургических вмешательств по коррекции контрактур суставов или улучшения мобильности пациента при использовании инвалидного кресла-коляски. Тем не менее в раннем послеоперационном периоде у 50% пациентов было отмечено увеличение мышечной силы в нижних конечностях, а у оставшейся половины – без изменений, что повлияло на общую оценку выборки в послеоперационном периоде: 2,85 [2,0; 3,7] ($p=0,043$). К данным результатам следует относиться осторожно, так как они с большей вероятностью обусловлены трудностями оценки силы при выраженной спастичности.

Усредненный балл спастичности по МША изменился в сторону снижения у всех пациентов, что явилось значимым для всей группы: с 1,95 [1,4; 2,4] до 0,7 [0,2; 1,2] ($p=0,005$). Аналогичные по динамике данные были получены и для амбулаторных пациентов при оценке времени ходьбы на расстояние 25 футов. Все пациенты прошли быстрее дистанцию без снижения качества ходьбы со снижением времени с 32,4 [16,6; 55,12] до 22,5 [11,6; 41,1] секунды ($p=0,028$).

Среди побочных действий можно выделить наличие болевого нейропатического синдрома легкой или средней степени тяжести, ощущение «отечности, тяжести», зоны гипестезии обычно в области голеней или стоп в нижних конечностях с постепенным регрессом в течение 1–2 недель послеоперационного периода на фоне консервативной терапии. В 1 случае отмечалась преходящая задержка мочи в течение первых суток после операции. В 2 случаях потребовалось хирургическое вмешательство по поводу выявленной ликвореи и подкожной гематомы.

Таким образом, побочные явления в виде болевого синдрома и чувствительных нарушений носят преходящий характер и регрессируют в первые недели после хирургического вмешательства, что соответствует литературным данным [13]. Однако вероятность развития серьезных побочных явлений (прежде всего – ликвореи) требует более тщательного отбора пациентов, наблюдения их в раннем послеоперационном периоде с соблюдением всех требований постельного режима и условий ранней реабилитации пациентов [17].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Селективная дорзальная ризотомия является эффективным перспективным методом коррекции рефрактерной спастичности нижних конечностей при различной патологии центральной нервной системы у взрослых. Для оценки стойкости достигнутых результатов и возможных осложнений необходимо продолжение набора пациентов с динамическим их наблюдением в течение более длительного периода.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lance J.W. Symposium synopsis. *Spasticity: Disordered Motor Control*. Year Book Medical Publishers; 1980:485–494.
2. Pandyan A.D., Gregoric M., Barnes M.P., et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1–2):2–6. doi: 10.1080/09638280400014576
3. Sheng Li, Gerard E. Francisco, W. Zev Rymer. A New Definition of Poststroke Spasticity and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2021;35(7):601–610. doi: 10.1177/15459683211011214
4. Verduzco-Gutierrez M., Raghavan P., Pruento J., et al. AAPM&R consensus guidance on spasticity assessment and management. *PM&R*. 2024;16(8):864–887. doi: 10.1002/pmrj.13211
5. Cespedes J., Escobar Vidarte O.A., Uparela M.J., et al. History and evolution of surgical treatment for spasticity: a journey from neurotomy to selective dorsal rhizotomy. *Neurosurg Focus*. 2024;56(6):E2. doi: 10.3171/2024.3.FOCUS2452
6. Fasano V.A., Barolat-Romana G., Zeme S., Squazzi A. Electrophysiological assessment of spinal circuits in spasticity by direct dorsal root stimulation. *Neurosurgery*. 1979;4(2):146–51. doi: 10.1227/00006123-197902000-00007
7. Peacock W.J., Arens L.J., Berman B. Cerebral palsy spasticity Selective posterior rhizotomy. *Pediatr Neurosci*. 1987;13(2):61–6. doi: 10.1159/000120302
8. Park T.S., Gaffney P.E., Kaufman B.A., Molleston M.C. Selective lumbosacral dorsal rhizotomy immediately caudal to the conus medullaris for cerebral palsy spasticity. *Neurosurgery*. 1993;33(5):929–33; 933–4. doi: 10.1227/00006123-199311000-00026
9. Novak I., Morgan C., Fahey M., et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20(2):3. doi: 10.1007/s11910-020-1022-z
10. MacWilliams B.A., McMulkin M.L., Duffy E.A., et al. Long-term effects of spasticity treatment, including selective dorsal rhizotomy, for individuals with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(5):561–568. doi: 10.1111/dmcn.15075
11. McMulkin M.L., MacWilliams B.A., Nelson E.A., et al. The long-term effects of aggressive spasticity reducing treatment, including selective dorsal rhizotomy, on joint kinematic outcomes of persons with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2023;105:139–148. doi: 10.1016/j.gaitpost.2023.07.348
12. Tedroff K., Hagglund G., Miller F. Long-term effects of selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2020;62(5):554–562. doi: 10.1111/dmcn.14320
13. Mishra D., Barik S., Raj V., Kandwal P. A systematic review of complications following selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy. *Neurochirurgie*. 2023;69(3):101425. doi: 10.1016/j.neuchi.2023.101425
14. Agrawal M., Samala R., Doddamani R., et al. The role of selective dorsal rhizotomy in the management of post-traumatic spasticity: systematic review. *Neurosurg Rev*. 2021;44(1):213–221. doi: 10.1007/s10143-020-01255-w
15. Van Dijk L.M.M., Slot K.M., Novacheck T.F., et al. Selective dorsal rhizotomy from indication to rehabilitation: a worldwide survey. *Childs Nerv Syst*. 2025;41:133. doi: 10.1007/s00381-025-06786-5
16. Davidson B., Schoen N., Sedighim S., et al. Intrathecal baclofen versus selective dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy who are nonambulant: a systematic review. *J Neurosurg Pediatr*. 2019;25(1):69–77. doi: 10.3171/2019.8.PEDS19282
17. Nicolini-Panisson R.D., Tedesco A.P., Folle M.R., Donadio M.V.F. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: selection criteria and postoperative physical therapy protocols. *Rev Paul Pediatr*. 2018;36(1):9. doi: 10.1590/1984-0462/2018;36;1;00005