

СЕЛЕКТИВНАЯ ДОРСАЛЬНАЯ РИЗОТОМИЯ ПРИ ЦЕРЕБРАЛЬНОМ ПАРАЛИЧЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ

Д.Б. Курманова¹, С.Т. Туруспекова¹, В.С. Лисник², Г.А. Мухамбетова¹, Б.К. Демесинова¹,
Н.К. Мамашаев¹

¹ Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы,
Республика Казахстан;

² Государственный университет медицины и фармации имени Николая Тестемицану, Кишинёв,
Республика Молдова

АННОТАЦИЯ

Селективная дорсальная ризотомия — один из методов оперативной коррекции спастичности мышц нижних конечностей с высоким уровнем доказательности у пациентов с церебральным параличом. Вместе с тем долгосрочные положительные результаты после операции могут быть достигнуты только при комбинации оперативного лечения с реабилитационными мероприятиями. В представленном обзоре литературы дана историческая справка о создании технологии, приведены современные данные об эффективности оперативного вмешательства, проанализированы результаты исследований касательно методов и особенностей реабилитации пациентов с диагнозом церебрального паралича после селективной дорсальной ризотомии. Как и другие методы лечения, селективная дорсальная ризотомия не исключает вероятности осложнений, но индивидуальный подход при проведении комплексной, продолжительной и интенсивной реабилитации, а также соблюдение клинических протоколов способны минимизировать эти риски. Стойкое улучшение двигательных функций, а также повышение уровня качества жизни пациентов после селективной дорсальной ризотомии и комплексных курсов реабилитации подтверждают эффективность и перспективность данной методики.

Ключевые слова: церебральный паралич; селективная дорсальная ризотомия; спастичность; реабилитация; физическая терапия.

Для цитирования:

Курманова Д.Б., Туруспекова С.Т., Лисник В.С., Мухамбетова Г.А., Демесинова Б.К., Мамашаев Н.К. Селективная дорсальная ризотомия при церебральном параличе: эффективность и особенности реабилитации. *Клиническая практика*. 2025;16(1):57–63.

doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract633407>

Поступила 12.06.2024

Принята 25.12.2024

Опубликована online 19.01.2025

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Казахстан, как и во всём мире, церебральный паралич занимает одно из лидирующих мест среди инвалидизирующих заболеваний детей и подростков. На 2022 год численность детей-инвалидов в возрасте 0–17 лет в Казахстане составила 104 260, из них 61 047 мальчиков и 43 213 девочек. В 29% случаев причиной церебрального паралича являются болезни нервной системы. Так, по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, в 2022 году было зарегистрировано 14 387 детей с впервые признанной инвалидностью, из них 8497 мальчиков и 5890 девочек^{1, 2}. В мире на каждую 1000 новорождённых

стрировано 14 387 детей с впервые признанной инвалидностью, из них 8497 мальчиков и 5890 девочек^{1, 2}. В мире на каждую 1000 новорождённых

¹ Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Интернет]. Численность детей с инвалидностью от 0–17 лет включительно. Режим доступа: <http://bala.stat.gov.kz/chislennost-detej-invalidov-ot-0-do-17-let-vklyuchitelno> Дата обращения: 15.01.2025.

² Министерство здравоохранения Республики Казахстан [Интернет]. Статистический сборник «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2022 году». Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/dsm/documents/details/583047?lang=ru> Дата обращения: 15.01.2025.

SELECTIVE DORSAL RHIZOTOMY IN CEREBRAL PALSY: THE EFFICIENCY AND THE SPECIFIC FEATURES OF REHABILITATION

D.B. Kurmanova¹, S.T. Turuspekova¹, V.S. Lisnic², G.A. Mukhambetova¹, B.K. Demesinova¹, N.K. Mamashayev¹

¹ Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

² The State University of Medicine and Pharmacy Nicolae Testemitanu, Kishinev, Republic of Moldova

ABSTRACT

Selective dorsal rhizotomy is one of the methods used for surgical correction of spasticity in the muscles of the lower limbs with high level of evidence among the patients with cerebral palsy. At the same time, the long-term positive results after surgery can be achieved only when combining surgical treatment with rehabilitation activities. The provided literature review contains a historic reference on the development of the technology along with the current data on the efficiency of surgical intervention with the analyzed research results in terms of the methods and the specific features of rehabilitation among the patients with the diagnosis of cerebral palsy after selective dorsal rhizotomy. Just like other treatment methods, selective dorsal rhizotomy does not exclude the probability of developing complications, but the individual approach during the course of combined, long-term and intensive rehabilitation, as well as following the clinical protocols, can minimize these risks. Stable improvement of motor functions, as well as an increase in the quality of life among patients after selective dorsal rhizotomy and combined rehabilitation courses, confirm the efficiency and the perspectivity of this method.

Keywords: cerebral palsy; selective dorsal rhizotomy; spasticity; rehabilitation; physical therapy.

For citation:

Kurmanova DB, Turuspekova ST, Lisnic VS, Mukhambetova GA, Demesinova BK, Mamashayev NK. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: the efficiency and the specific features of rehabilitation. *Journal of Clinical Practice*. 2025;16(1):57–63. doi: <https://doi.org/10.17816/clinpract633407>

Submitted 12.06.2024

Accepted 25.12.2024

Published online 19.01.2025

приходится 2–3 случая церебрального паралича [1]. Спастичность при данной форме патологии является преобладающим видом нарушений двигательной активности (85,8%) [2].

Основой патогенетического механизма развития спастичности является потеря тормозного контроля (дезингибирование) над сегментарными двигательными механизмами со стороны центральных нейронов и спинальными рефлексам вплоть до полного растормаживания последних. При спастической диплегии в нижних конечностях гипертонус более выражен по сравнению с верхними конечностями. В исследованиях с участием 1050 детей с диагнозом церебрального паралича изучали спастичность отдельных мышц нижних конечностей до и после лечения: оценивали тонус приводящей мышцы бедра, сгибателей бедра, подколенных сухожилий мышц бедра (двуглавой, полуперепончатой, полусухожильной мыш-

цы задней поверхности бедра), прямой мышцы бедра, разгибателей/сгибателей колена, икроножной и камбаловидной мышц. Показано, что спастичность нижних (у 560; 53,3%) и верхних (у 490; 46,7%) конечностей снижает уровень качества жизни пациентов, что особенно сказывается на возможности самостоятельного передвижения или ходьбы с использованием специальных приспособлений [3–6].

Методы коррекции мышечного гипертонуса при церебральном параличе можно разделить на консервативные и оперативные. Оперативные методы включают интратекальную имплантацию баклофеновой помпы, селективную дорсальную ризотомию (СДР) и ортопедические операции [4–9].

Отношение к СДР во всём мире на сегодняшний день неоднозначно: одни страны активно внедряют её в клиническую практику, другие применяют

в единичных случаях или не используют вовсе. Так, в 2021 году опубликованы результаты исследования, в котором сравнивали частоту использования трёх методов коррекции спастичности при церебральном параличе — СДР, инъекций ботулинического токсина А и интратекальной терапии баклофеном — в разных европейских странах. Наибольшее количество СДР выполнено в Шотландии (59 операций) и Швеции (45 операций), при этом в Швеции наряду с СДР активно использовали инъекции ботулинического токсина А (646 процедур) и интратекальную терапию баклофеном (84 процедуры). В то же время в Финляндии и Исландии не зарегистрировано ни одного случая применения СДР [10]. В Казахстане метод СДР имеется в действующем клиническом протоколе лечения церебрального паралича³, но исследования о распространённости этой операции в республике пока не проводились.

СЕЛЕКТИВНАЯ ДОРСАЛЬНАЯ РИЗОТОМИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Первое описание клинического применения СДР датируется 1908 годом, когда один из основателей немецкой и мировой нейрохирургии Отфрид Фёрстер (Otfrid Foerster) впервые провёл четыре люмбосакральные дорсальные ризотомии. Позже он опубликовал отчёт, в котором привёл данные о 26 пациентах, 3 из которых умерли, у 15 наблюдалась стойкая ремиссия, а у 8 произошёл рецидив. В 1978 году итальянский нейрохирург Виктор Фазано (Victor Fasano) представил новую концепцию оперативной методики — функциональную дорсальную ризотомию. Суть методики заключалась в интраоперационном исследовании аномального мышечного ответа на электрические импульсы. Новая методика позволила иссекать только те пучки, которые отвечали за «ненормальный» мышечный ответ. В 1982 году нейрохирурги Уорвик Пикок (Warwick Peacock) и Лейла Аренс (Leila Arens) модифицировали СДР для применения на уровне конского хвоста [11]. Согласно обзору [7], W. Peacock в 1986 году внедрил СДР в крупных педиатрических центрах по всей территории Соединённых

Штатов Америки. Сегодня этот метод известен во всём мире и применяется во многих нейрохирургических центрах как способ коррекции спастичности у пациентов с церебральным параличом, где получены достаточно хорошие результаты как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе [6, 8, 12–15].

I. Novak и соавт. опубликовали систематический обзор, в котором определили ботулинический токсин, интратекальный баклофен, диазепам и СДР в качестве мер «зелёного света» при лечении церебрального паралича [2], но из перечисленных методов только СДР обеспечивает у пациентов постоянное снижение мышечного тонуса в постоперационном периоде [16, 17]. Положительный результат сохранялся не только в сроки 3, 6, 12, 24 месяцев, но и через 25 лет после операции [6, 8, 13, 16–19].

В Англии было проведено когортное исследование эффективности СДР в пяти нейрохирургических центрах, где детей в возрасте 3–9 лет наблюдали в течение 24 месяцев. Основными критериями исхода СДР стал анализ походки, результатов шкалы спастичности Эшворта (Ashworth) и теста больших моторных функций GMFM-66, качества жизни подростков с церебральным параличом по опроснику CP-QoL. В итоге за 2 года показатель GMFM-66 повысился почти у всех детей (137 участников): общий прирост составил 3,2 единицы в год; значительно улучшились показатели качества жизни практически по всем оцениваемым областям [14].

В Германии провели мультицентровое исследование на базе трёх центров через 12 и 24 месяца после операции. Критериями оценки эффективности СДР стали шкала Ashworth, классификация моторных функций пациента с церебральным параличом GFMCS и шкала больших моторных функций GMFM-88. Выявлена положительная динамика, причём все показатели через 24 месяца были значительно выше. К примеру, показатель шкалы Ashworth при оценке правой приводящей мышцы бедра улучшился через 12 месяцев у 68% участников, через 24 месяца — у 71%, GMFM-88 возрос на 7%, у 1 (2%) ребёнка отмечалось ухудшение [5].

В 2022 году стали доступны результаты поперечного исследования, где изучались моторные навыки и аспекты жизни пациентов, перенёсших СДР более 25 лет назад. Группу сравнения составили здоровые добровольцы того же возраста.

³ Клинические протоколы МЗ РК-2023 (Казахстан) [Интернет]. Детский церебральный паралич: клинический протокол диагностики и лечения (Одобрено Объединённой комиссией по качеству медицинских услуг Министерства здравоохранения Республики Казахстан от 15 декабря 2023 года. Протокол № 199). Режим доступа: <https://diseases.medelement.com/disease/детский-церебральный-паралич-кп-рк-2023/17822> Дата обращения: 15.01.2025.

При мышечном обследовании значительной разницы в тоне мышц между группами не выявлено. Сила мышц оказалась ниже у перенёсших СДР, у них также сохранялось ограничение объёма движений в суставах нижних конечностей. Показатели психологического здоровья не имели отличий от группы здоровых, но физические параметры не приближались к возрастной норме. Данное исследование показало положительный долгосрочный эффект СДР.

Операцию СДР предлагают пациентам, шкальная оценка которых соответствует уровню GMFCS II–III, но некоторые авторы рекомендуют проводить её детям при более выраженных нарушениях (GMFCS IV–V). В мультицентровом исследовании C.S. Gillespie и соавт. [8] изучали эффективность СДР у 144 пациентов со спастической диплегией по шкале GMFCS IV–V в динамике через год. Была отмечена положительная динамика в коррекции спастичности и сделан вывод, что улучшение — не такое значительное, как у пациентов с GMFCS II–III (результаты оценки GMFM-66 возросли в среднем на 2,4 единицы), при этом 30,9% отметили налаживание функции мочевого пузыря. Это позволило рекомендовать применение СДР пациентам со спастической диплегией с показателями больших моторных функций IV–V класса [8].

Показано, что СДР эффективно снижает спастичность и улучшает подвижность суставов без существенного негативного влияния на морфологию мышечной ткани и опорно-двигательного аппарата. Более того, в работе с использованием нейромышечного скелетного моделирования выявлено возрастание мышечной силы при ходьбе у детей после оперативного вмешательства. По мнению В.А. MacWilliams с соавт. [19], СДР в сравнении с другими методами лечения оказывает отчётливое пролонгированное действие на механизмы релаксации, необходимые для ходьбы. Длительный мониторинг с клиническим измерением локальной спастичности у пациентов, перенёсших эту операцию, показал положительную динамику с частичным или значимым регрессом двигательных нарушений [4, 19–25]. Представленные в литературе расхождения в оценке СДР [26] объясняются небольшим размером выборки и/или отсутствием объективных показателей полученных результатов, небольшими сроками наблюдения после выполненной операции и медико-социальной реабилитации [4, 27].

Конечный результат может зависеть также от возникающих во время и в послеоперационном периоде осложнений, которые могут быть краткосрочными (менее 1 года после операции) и отдалёнными (более 1 года), транзиторными и нетранзиторными, структурными и неструктурными. К краткосрочным осложнениям, которые приводят к отсрочке реабилитации, отнесены ликворея, нарушения чувствительности, лёгочные или желудочно-кишечные (тошнота, рвота, запоры), дисфункция мочевыводящих путей. К отдалённым осложнениям относят деформацию позвоночника (8,4–20,5%), спондилёз. Развитие отдалённых осложнений может быть обусловлено ранним возрастом пациента (чем младше пациент, тем выше риск деформации позвоночника), величиной сколиотической дуги (угол Кобба) более 30 градусов, наличием сколиоза в анамнезе [26, 27].

РЕАБИЛИТАЦИЯ

Реабилитация является неотъемлемым компонентом в комплексе лечения пациентов с церебральным параличом после СДР [8, 14, 16, 17]. Способность детей улучшить качество ходьбы после СДР в сочетании с методами физической терапии доказана [6]. При оценке полученных данных 86% респондентов отметили, что реабилитация имеет решающее значение для успеха операции [12].

Ранний реабилитационный период начинается сразу после операции. Мнение авторов разнится относительно дня начала физической терапии, при этом большинство из них рекомендует начинать реабилитацию в 1–2-е сутки после операции [28]. Авторы, предлагающие реабилитационные мероприятия с 3–4-х суток, обосновывают своё мнение тем, что ранняя вертикализация и чрезмерная физическая нагрузка могут стать причиной ранних послеоперационных осложнений, таких как ликворея и усиление болевого синдрома. На 3-и сутки при отсутствии противопоказаний допускается смена положения в пределах кровати — повороты и ранняя пассивная кинезитерапия. С 4–7-х суток послеоперационного периода интенсивность физических упражнений постепенно наращается, пациенту разрешается присаживаться на край кровати или стула, вставать на четвереньки, стоять с поддержкой и опорой для тренировки баланса тела и постурального контроля. Начиная со 2–3-й недели обучают правильному паттерну ходьбы, одновременно совершенствуются навыки самообслуживания [16]. При отсутствии осложне-

ний, а также с учётом возраста и реабилитационного потенциала активация больного возможна через 3 дня после операции, выполнение упражнений для балансировки — через 7 дней [6]. Тактика введения пациентов после СДР определяется их функциональным статусом. Пациентов с GMFS II–III класса переводят в реабилитационное отделение на 4–5-е сутки, где проводят физическую терапию в течение 2 недель. После выписки все пациенты проходят реабилитацию с частотой до 4–5 раз в неделю в течение 6 месяцев, затем периодичность физической терапии составляет 1 раз в 2 года [3].

В Казахстане имеется опыт длительного (15 месяцев) клинического наблюдения 4 пациентов в возрасте 4–8 лет с диагнозом церебрального паралича после СДР, из них 2 пациента со спастической диплегией (GMFCS III) и 2 пациента с тетрапарезом (GMFCS IV). Физическая терапия назначалась со 2–3-х суток и включала в себя силовой блок упражнений с акцентом на следующие группы мышц: абдукторы бёдер, тыльные сгибатели стопы. На 3-и сутки производилось раннее позиционирование пациентов в корсете (поза сидя) с целью выведения таза из положения ретроверсии и выведения угла 90 градусов между осью тела и осью бёдер. Со 2-го месяца приступили к позиционированию в позе сидя в корсете, при положительной динамике — к вертикализации с помощью специальных средств реабилитации. Инструментом оценки эффективности СДР в комплексе с реабилитацией была Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (The International Classification of Functioning, Disability and Health). Обследования проводили через 6 и 15 месяцев после операции. Авторы пришли к выводу, что СДР эффективно снижает уровень спастичности в целевых мышцах, способствует развитию новых двигательных навыков, таких как вертикализация и мобильность, а также сокращает риски прогрессирования приобретённых нарушений опорно-двигательного аппарата [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Селективная дорсальная ризотомия является высокоэффективным методом хирургической коррекции спастичности у пациентов с церебральным параличом, что подтверждается многочисленными исследованиями. Применение СДР позволяет добиться значительного снижения мышечного тонуса, улучшения подвижности суставов и повышения функциональных возможностей пациентов, однако

для достижения оптимальных результатов важна комплексная программа лечения, включающая в себя не только операцию, но и длительную, структурированную реабилитацию.

Эффективность СДР обусловлена её способностью избирательно воздействовать на нервные корешки, что обеспечивает снижение спастичности без существенных изменений структуры мышечной ткани и опорно-двигательного аппарата. Ключевым фактором успеха является послеоперационная реабилитация. Оптимизация сроков и интенсивности реабилитационных мероприятий позволяет минимизировать риски осложнений и способствует скорейшему восстановлению функциональных навыков. Долгосрочные результаты СДР включают улучшение двигательных навыков, снижение ограничений в подвижности и повышение качества жизни пациентов, что подтверждается данными более чем 25-летнего периода наблюдений.

Несмотря на доказанную эффективность метода, его применение сопровождается потенциальными осложнениями, что требует индивидуального подхода к отбору пациентов и тщательного соблюдения клинических протоколов.

Таким образом, интеграция СДР в комплексное лечение детей и подростков с церебральным параличом является перспективным направлением современной медицины, обеспечивающим улучшение качества жизни таких пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Д.Б. Курманова — разработка концепции, поиск и анализ литературы, работа с данными, написание статьи; С.Т. Турусбекова, В.С. Лисник — разработка концепции, анализ литературы, работа с данными, коррекция текста статьи; Г.А. Мухамбетова — обсуждение и интерпретация данных, коррекция текста статьи; Б.К. Демисинова, Н.К. Мамашаев — обсуждение данных. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. D.B. Kurmanova — concept development, literature search and analysis, data interpretation, data discussion, article writing; S.T. Turuspekova, V.S. Lisnic — concept development, literature analysis, data interpretation, data discussion, article editing; G.A. Mukhambetova — data discussion and interpretation, article editing; B.K. Demisinova, N.K. Mamashayev — data discussion. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ключкова О.А., Колесникова Е.П., Зиненко Д.Ю., Бердичевская Е.М. Селективная дорзальная ризотомия в лечении спастичности у пациентов с детским церебральным параличом // *Вопросы современной педиатрии*. 2022. Т. 21, № 1. С. 19–28. [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Zinenko DYU, Berdichevskaya EM. Selective dorsal rhizotomy in treatment of spasticity in patients with cerebral palsy. *Voprosy sovremennoj pediatrii = Current pediatrics*. 2022;21(1):19–28]. EDN: ZVOAFW doi: 10.15690/vsp.v21i1.2382
2. 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
3. Makoshi Z, Islam M, McKinney J, Leonard J. Postoperative outcomes and stimulation responses for sectioned nerve roots during selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy. *Acta Neurochir (Wien)*. 2024;166(1):308. doi: 10.1007/s00701-024-06187-8
4. Ravera EP, Rozumalski A. Selective dorsal rhizotomy and its effect on muscle force during walking: A comprehensive study. *J Biomech*. 2024;164:111968. doi: 10.1016/j.jbiomech.2024.111968
5. Sargut TA, Haberl H, Wolter S, et al. Motor and functional outcome of selective dorsal rhizotomy in children with spastic diplegia at 12 and 24 months of follow-up. *Acta Neurochir (Wien)*. 2021;163(10):2837–2844. doi: 10.1007/s00701-021-04954-5
6. Jiang W, Jiang S, Yu Y, et al. Improvement of the gait pattern after selective dorsal rhizotomy derives from changes of kinematic parameters in the sagittal plane. *Front Pediatr*. 2022;10:1047227. doi: 10.3389/fped.2022.1047227
7. Cespedes J, Vidarte OA, Uparela MJ, 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
8. Gillespie CS, Hall BJ, George AM, et al. Selective dorsal rhizotomy in non-ambulant children with cerebral palsy: A multi-center prospective study. *Childs Nerv Syst*. 2024;40(1):171–180. doi: 10.1007/s00381-023-06062-4
9. Казарина А.П., Бейсембинова Н.О., Соколова Ю. Лечение и реабилитация детского церебрального паралича // *Медицина и экология*. 2021. № 2. С. 19–32. [Kazarina AP, Beiseminova NO, Sokolova Yu. Treatment and rehabilitation of children's cerebral palsy. *Medicine and ecology*. 2021;(2):19–32]. EDN: XYLJWW
10. Hägglund G, Hollung SJ, Ahonen M, et al. Treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy in Northern Europe: A CP-North registry study. *BMC Neurol*. 2021;21(1):276. doi: 10.1186/s12883-021-02289-3
11. Peacock WJ, Arens LJ. Selective posterior rhizotomy for the relief of spasticity in cerebral palsy. *S Afr Med J*. 1982;62(4):119–124.
12. Rasadurai A, Frank NA, Greuter LA, et al. Patient- and caregiver-reported outcome measures after single-level selective dorsal rhizotomy in pediatric and young adult patients with spastic cerebral palsy. *Pediatr Neurosurg*. 2023;58(3):128–135. doi: 10.1159/000530748
13. Shlobin NA, Jimenez JD, Shahin MN, et al. Case-based explanation of standard work tools for selective dorsal rhizotomy for cerebral palsy. *Neurosurg Focus*. 2024;56(6):E5. doi: 10.3171/2024.3.FOCUS2468
14. Summers J, Coker B, Eddy S, et al. Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy: An observational cohort study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2019;3(7):455–462. doi: 10.1016/S2352-4642(19)30119-1
15. Spazzapan P, Bosnjak R, Rodi Z, et al. Selective dorsal rhizotomy: Short-term results and early experiences with a newly established surgical treatment in Slovenia. *J Integr Neurosci*. 2022;21(3):90. doi: 10.31083/j.jin2103090
16. Ключкова О.А., Колесникова Е.П., Бердичевская Е.М., и др. Селективная дорзальная ризотомия при ДЦП: практическое руководство по отбору пациентов и реабилитации. Москва: БФ «Весна», 2022. 116 с. [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Berdichevskaya EM, et al. *Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: a practical guide to patient selection and rehabilitation*. Moscow: BF “Vesna”; 2022. 116 p. (In Russ.)].
17. Blatt K, Lewis J, Bican R, Leonard J. Selective dorsal rhizotomy: Patient demographics and postoperative physical therapy. *Pediatr Neurol*. 2023;147:56–62. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2023.07.006
18. Veerbeek BE, Lamberts RP, Kose E, et al. More than 25 years after selective dorsal rhizotomy: Physical status, quality of life, and levels of anxiety and depression in adults with cerebral palsy. *J Neurosurg*. 2021;136(3):689–698. doi: 10.3171/2021.3.JNS204096
19. MacWilliams BA, McMullin ML, Duffy EA, 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
20. Engsberg JR, Ross SA, Wagner JM, Park TS. Changes in hip spasticity and strength following selective dorsal rhizotomy and physical therapy for spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2002;44(4):220–226. doi: 10.1017/s0012162201001980
21. Shuman BR, Goudriaan M, Desloovere K, et al. Muscle synergies demonstrate only minimal changes after treatment in cerebral palsy. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16(1):46. doi: 10.1186/s12984-019-0502-3
22. Kainz H, Hoang H, Pitto L, et al. Selective dorsal rhizotomy improves muscle forces during walking in children with spastic cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol)*. 2019;65:26–33. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.03.014
23. Peacock WJ, Staudt LA. Functional outcomes following selective posterior rhizotomy in children with cerebral palsy. *J Neurosurg*. 1991;74(3):380–385. doi: 10.3171/jns.1991.74.3.0380
24. Zaino NL, Steele KM, Donelan JM, Schwartz MH. Energy consumption does not change after selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2020;62(9):1047–1053. doi: 10.1111/dmcn.14541
25. Tedroff K, Hägglund 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

26. Mishra D, Barikb 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
27. Adams IG, Jayaweera R, Lewis J, et al. Postoperative pain and pain management following selective dorsal rhizotomy. *BMJ Paediatr Open*. 2024;8(1):e002381. doi: 10.1136/bmjpo-2023-002381
28. Shahid J, Kashif A, Shahid MK. Enhancing post-operative recovery in spastic diplegia through physical therapy rehabilitation following selective dorsal rhizotomy: A case report and thorough literature analysis. *Children (Basel)*. 2023;10(5):842. doi: 10.3390/children10050842
29. Акижанова И.В., Кожанова А.М., Кариева Э.К., и др. Анализ эффективности селективной дорсальной ризотомии в сочетании с послеоперационной реабилитацией у пациентов со спастической формой ЦП с позиции МКФ (пилотный проект) // *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2021. № 1. С. 115–122. [Akizhanova IV, Kozhanova AM, Karieva EK, et al. Analysis of the effectiveness of selective dorsal rhizotomy in combination with postoperative rehabilitation in patients with spastic CP from the standpoint of ICF (pilot project). *Vestnik Kazahskogo nacional'nogo medicinskogo universiteta = Bulletin of the Kazakh National Medical University*. 2021;(1):115–122]. EDN: UOXXRL doi: 10.53065/kaznmu.2021.60.54.027

ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за переписку:

Курманова Динара Батыржановна;

адрес: Казахстан, 050012, Алма-Ата, ул. Толе би, д. 94;

ORCID: 0009-0001-1022-8338;

e-mail: d.kurmanova368@gmail.com

Соавторы:

Турспекова Сауле Тлеубергеновна, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-4593-3053;

eLibrary SPIN: 8545-2413;

e-mail: doctorsaule@mail.ru

Лисник Виталий Стельянович, д-р-хабилитат мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-5432-8859;

e-mail: lisnic@usmf.md

Мухамбетова Гульнара Амерзаевна, канд. мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0002-2673-4171;

e-mail: gulnar2311@mail.ru

Демесинова Баян Косболовна;

ORCID: 0000-0002-7302-6178;

e-mail: bayandemesinova@mail.ru

Мамашаев Нурмухамед Каримович;

ORCID: 0000-0003-1686-2994;

e-mail: nur.m.d@mail.ru

AUTHORS' INFO

The author responsible for the correspondence:

Dinara B. Kurmanova;

address: 94 Tole bi st, Almaty, Kazakhstan, 050012;

ORCID: 0009-0001-1022-8338;

e-mail: d.kurmanova368@gmail.com

Co-authors:

Saule T. Turuspekova, MD, PhD, Professor;

ORCID: 0000-0002-4593-3053;

eLibrary SPIN: 8545-2413;

e-mail: doctorsaule@mail.ru

Vitalie S. Lisnic, MD, PhD, Habilitated, Professor;

ORCID: 0000-0002-5432-8859;

e-mail: lisnic@usmf.md

Gulnara A. Mukhambetova, MD, PhD,

Assistant Professor;

ORCID: 0000-0002-2673-4171;

e-mail: gulnar2311@mail.ru

Bayan K. Demesinova;

ORCID: 0000-0002-7302-6178;

e-mail: bayandemesinova@mail.ru

Nurmukhamed K. Mamashayev;

ORCID: 0000-0003-1686-2994;

e-mail: nur.m.d@mail.ru