

О.А. Клочкова^{1, 2}, Е.И. Смолянкина³, Д.Ю. Зиненко³, А.М. Мамедьяров¹, У.Ш. Ашрафова¹¹ НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», Москва, Российская Федерация² «Внимание и забота», Москва, Российская Федерация³ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова (Пироговский Университет), Москва, Российская Федерация

Применение ботулинотерапии и ортопедических вмешательств после селективной дорсальной ризотомии у детей с церебральным параличом: когортное исследование

Контактная информация:

Клочкова Ольга Андреевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом разработки научных подходов к ведению детей с двигательными нарушениями НИИ педиатрии и охраны здоровья детей НКЦ №2 ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского»

Адрес: 119333, Москва, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1, тел.: +7 (499) 137-01-97; e-mail: dc.klochkova@gmail.com

Статья поступила: 06.04.2025, принята к печати: 16.06.2025

Обоснование. Селективная дорсальная ризотомия (СДР) — эффективный нейрохирургический метод снижения спастичности при детском церебральном параличе (ДЦП). Потребность в других медикаментозных (антиспастических) и хирургических методах лечения после СДР остается недостаточно изученной. **Цель исследования** — оценить частоту применения ботулинотерапии и ортопедических вмешательств, а также выбор целевых мышц для инъекций у пациентов с ДЦП после СДР. **Методы.** В проспективное когортное исследование включали пациентов в возрасте до 18 лет после СДР, выполненной в период с января 2021 по июнь 2023 г. Путем опроса (дистанционного или очного) законных представителей пациентов определяли частоту, сроки, целевые мышцы для проведения ботулинотерапии, применение пероральных антиспастических препаратов, а также частоту, сроки и тип ортопедических операций после года реабилитации в связи с перенесенной СДР. **Результаты.** В исследование включены данные 107 детей со спастическими формами ДЦП (GMFCS I — 2, GMFCS II — 14, GMFCS III — 68, GMFCS IV — 22, GMFCS V — 1), перенесших СДР в возрасте (медиана) 5,0 (3,9; 6,9) лет. Период наблюдения после СДР — 12–41 мес, медиана — 20,8 (16,5; 26,7) мес. После СДР ботулинотерапия была проведена 24 (22,4%) пациентам (у 4 — впервые), сроки инициации — 1,5–36 мес после СДР, медиана — 10,7 (6,9; 16,4) мес. У 4 детей инъекции выполнены только в мышцы рук, у 10 — только в мышцы ног, у остальных 10 — в верхние и нижние конечности, в 1 случае — в слюнные железы. Ортопедические операции были выполнены в 26 (24,3%) случаях через 3,5–34 мес после СДР, медиана — 14,8 (8,0; 22,6) мес. У 17 пациентов проведены мягкотканые вмешательства на нижних конечностях, у 9 — сочетанные мягкотканые и костные операции. Возраст на момент операций составил 3,3–12,7 года, медиана — 5,9 (5,0; 8,5) года. Пероральный миорелаксант после СДР принимал (продолжил принимать) только один пациент. **Заключение.** После СДР у части пациентов с ДЦП в связи с ростом ребенка сохраняется или формируется необходимость применения других методов коррекции спастичности и ортопедических деформаций.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, селективная дорсальная ризотомия, спастичность, ботулинотерапия, ортопедическая хирургия

Для цитирования: Клочкова О.А., Смолянкина Е.И., Зиненко Д.Ю., Мамедьяров А.М., Ашрафова У.Ш. Применение ботулинотерапии и ортопедических вмешательств после селективной дорсальной ризотомии у детей с церебральным параличом: когортное исследование. *Вопросы современной педиатрии*. 2025;24(3):178–185. doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v24i3.2906>

ОБОСНОВАНИЕ

Детский церебральный паралич (ДЦП) развивается у 15–35 детей на 10 тыс. живых новорожденных и является наиболее частой причиной детской неврологической инвалидности по всему миру [1, 2]. Повышение мышечного тонуса по спастическому типу — одно из самых распространенных проявлений ДЦП: на долю спастических форм приходится до 90% всех случаев болезни [3]. Спастичность может быть сопутствующим симптомом еще и у почти 70% больных с дискинетическим церебральным параличом [4]. Спастичность ограничивает объем движений в суставах, препятствует

пропорциональному росту опорно-двигательного аппарата, вызывает боль и формирование контрактур, что в совокупности нарушает двигательное развитие ребенка и ограничивает его функциональные возможности [5, 6]. Снижения спастичности при ДЦП можно добиться консервативными и хирургическими методами, степень инвазивности которых, эффективность и стабильность результатов сильно варьируют [7–9].

Селективная дорсальная ризотомия (СДР) — нейрохирургический метод снижения спастичности за счет пересечения части задних (чувствительных) корешков спинного мозга на уровне поясничного или (реже) шей-

ного отделов с целью коррекции афферентного звена рефлекторной регуляции мышечного тонуса при сохранении моторной регуляции [10]. СДР имеет высокий уровень доказанной эффективности в коррекции спастичности при ДЦП, в первую очередь, у пациентов с двусторонними формами болезни, способных к самостоятельному перемещению (уровни I–III по Системе классификации больших моторных функций — Gross Motor Function Classification System; GMFCS) [9, 11]. Эффективность СДР продемонстрирована и у пациентов с односторонними формами ДЦП [12], а также у неходячих пациентов с GMFCS IV–V [13]. В итоге СДР позволяет добиться значимого и долгосрочного снижения спастичности в нижних конечностях [14], что потенциально благоприятно влияет на двигательное развитие и функциональные результаты пациентов с GMFCS I–III [15, 16], а также уменьшает болевой синдром и повышает качество жизни и ухода у пациентов с GMFCS IV–V [17, 18]. Необходимость и частота применения других антиспастических методов и ортопедических вмешательств после СДР остается предметом обсуждения.

В зарубежных публикациях, посвященных ближайшим и отдаленным результатам СДР, описаны вероятность частичного возвращения спастичности в мышцах ног, а также необходимость последующего дополнительного медикаментозного (антиспастического) и хирургического (ортопедического) лечения пациентов [16, 19, 20]. В российских работах также упоминается о вероятности частичного или полного рецидива спастического синдрома после СДР и необходимости ботулинотерапии [21, 22]. Частота случаев продолжения ботулинотерапии после СДР варьирует и, по разным данным, может составлять от 10 до 53% в зависимости от сроков послеоперационного наблюдения, техники проведения операции и исходных параметров пациентов [15, 20, 23]. В некоторых

работах необходимость продолжения ботулинотерапии после СДР не анализируется с учетом целевых мышц [19, 20, 24], в других сообщается о выявлении спастичности преимущественно в икроножных [15], реже — приводящих или полусухожильных/полуперепончатых мышцах бедер [21–23]. Однако и эти данные не дают полного представления обо всех потенциальных целевых мышцах для ботулинотерапии после СДР.

Данные об ортопедических операциях после СДР также неоднородны. Частота таких вмешательств, согласно результатам разных исследований, варьирует в диапазоне от почти 30 до 74% и более и зависит от исходных характеристик пациентов и длительности наблюдения [19, 20]. В России, несмотря на активное применение метода СДР, опубликованы данные лишь единичных исследований со сравнительно небольшим числом наблюдений отдаленных результатов операции и показаний к сопутствующим методам терапии [21, 22]. Кроме того, в них не представлен подробный анализ целевых мышц для ботулинотерапии, типов и сроков ортопедических вмешательств. Вместе с тем, на наш взгляд, именно эта информация представляет интерес для специалистов, занимающихся лечением и реабилитацией пациентов после СДР, с точки зрения планирования послеоперационного ведения и выбора оптимальных методов вмешательства. Для нейрохирургов и специалистов, занимающихся отбором пациентов на СДР, анализ указанной информации необходим для обсуждения с пациентами и их законными представителями отдаленных результатов СДР и необходимости других антиспастических и хирургических вмешательств.

Цель исследования

Оценить частоту проведения ботулинотерапии и ортопедических вмешательств, а также выбор целевых мышц для инъекций у пациентов с ДЦП после СДР.

Olga A. Klochkova^{1, 2}, Ekaterina I. Smolyankina³, Dmitriy Yu. Zinenko³, Ayaz M. Mamedyarov¹, Ulviya Sh. Ashrafova¹

¹ Research Institute of Pediatrics and Children's Health in Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russian Federation

² "Attention and Care", Moscow, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Botulinotherapy and Orthopedic Interventions After Selective Dorsal Rhizotomy in Children with Cerebral Palsy: Cohort Study

Background. Selective dorsal rhizotomy (SDR) is an effective neurosurgical method for reducing spasticity in children with cerebral palsy (CP). The need for other medical (anti-spastic) and surgical treatment methods after SDR remains poorly studied. **Objective. Aim of the study is** to evaluate the frequency of using botulinum therapy and orthopedic interventions, as well as target muscles selection for injection in patients with cerebral palsy after SDR. **Methods.** Prospective cohort study included patients under the age of 18 years after SDR performed between January 2021 and June 2023. Frequency, timing, target muscles for botulinotherapy, oral anti-spastic drugs administration, as well as frequency, timing, and type of orthopedic surgeries (year after rehabilitation due to performed SDR) were determined via interviewing (remote or face-to-face) of patients' legal representatives. **Results.** The study included data from 107 children with spastic cerebral palsy (GMFCS I — 2, GMFCS II — 14, GMFCS III — 68, GMFCS IV — 22, GMFCS V — 1) who underwent SDR at median age of 5.0 (3.9; 6.9) years. The follow-up period after SDR was 12–41 months, median was 20.8 (16.5; 26.7) months. Botulinotherapy was performed in 24 (22.4%) patients (4 for the first time) after SDR, the initiation period was 1.5–36 months after SDR, the median was 10.7 (6.9; 16.4) months. Injections were performed only in the arm's muscles in 4 children, only in leg's muscles — in 10, in upper and lower limbs — in 10, in salivary glands — in 1 case. Orthopedic surgeries were performed in 26 (24.3%) cases 3.5–34 months after SDR, median — 14.8 (8.0; 22.6) months. Procedures on soft-tissues of lower limbs were performed in 17 patients, 9 patients had combined soft tissue and bone surgery. Age at surgery was 3.3–12.7 years, median age — 5.9 (5.0; 8.5) years. Oral myorelaxant administration after SDR (continued) was reported only in one patient. **Conclusion.** Some patients with cerebral palsy require implementation of other methods for spasticity and orthopedic deformities correction even after SDR due to the child growth.

Keywords: cerebral palsy, selective dorsal rhizotomy, spasticity, botulinotherapy, orthopedic surgery

For citation: Klochkova Olga A., Smolyankina Ekaterina I., Zinenko Dmitriy Yu., Mamedyarov Ayaz M., Ashrafova Ulviya Sh. Botulinotherapy and Orthopedic Interventions After Selective Dorsal Rhizotomy in Children with Cerebral Palsy: Cohort Study. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2025;24(3):178–185. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v24i3.2906>

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое проспективное (в части отслеживания результатов лечения) когортное исследование.

Условия проведения исследования

В исследование включали пациентов, госпитализированных в нейрохирургическое отделение НИКИ педиатрии им. акад. Ю.Е. Вельтищева РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Москва) в период с января 2021 г. (начало регулярного проведения СДР по далее описанной методике в отделении) по июнь 2023 г. Сведения о пациентах (пол, возраст, форма ДЦП, уровень GMFCS до СДР, время СДР, контактные данные законного представителя) извлекали из историй болезни пациентов в июне 2024 г.

Критерии соответствия

Критерии включения

- Спастическая форма ДЦП.
- Не менее одного года после СДР (для достижения функционального восстановления после операции [10]).

СДР в период исследования проводила одна бригада нейрохирургов по методике Д.Ю. Зиненко и соавт. [25]. СДР осуществлялась с применением одноуровневого интраламнарного доступа на уровне LI–LII, LIII–LIV или LV–S1. Выбор уровня доступа и пересекаемых чувствительных спинномозговых корешков определяли по клинической картине — выраженности спастичности мышц нижних конечностей в соответствии с ранее описанными приемами осмотра пациентов с ДЦП и спастичностью [26]. Оперативное вмешательство проводили под контролем нейрофизиологического мониторинга. Постепенная вертикализация и начало реабилитации разрешались со 2–3-х постоперационных суток после стихания болевого синдрома.

Критерии невключения

Наличие преимущественно дискинетической формы ДЦП.

Критерии исключения

Отсутствие данных о ботулинотерапии и других антиспастических методах терапии после СДР (незаполненный пункт опросника или неполучение этой информации при общении с пациентом).

Целевые показатели исследования

Анализировали частоту и сроки проведения ботулинотерапии после СДР, в том числе с учетом исходного уровня GMFCS и возраста пациента на момент операции, целевые мышцы для ботулинотерапии, использование других антиспастических методов, а также частоту, сроки и типы ортопедических операций после СДР.

Проведение опроса

Приглашения принять участие в опросе в целях исследования рассылали по электронной почте в июле 2024 г. всем пациентам, соответствовавшим критериям включения и невключения. Приглашение включало анкету, содержавшую вопросы о вмешательствах после СДР: ботулинотерапия (даты инъекций, целевые мышцы / протокол ботулинотерапии, субъективная оценка результатов родителями), пероральные антиспастические препараты (сроки применения, дозы), хирургические (ортопедические) операции (даты и тип операции). Пациентам, не ответившим в течение месяца после рассылки анкет

или ответившим неполным образом, дополнительно звонил сотрудник нейрохирургического отделения с напоминанием об анкете и/или уточнением недостающих данных. Часть анкет были заполнены пациентами во время амбулаторного приема лечащего нейрохирурга, проведенного с целью контроля результатов СДР. В исследование включали анкеты, полученные в период с 1 июля по 1 сентября 2024 г. При отсутствии в анкетах информации о протоколе ботулинотерапии после СДР с указанием целевых мышц отмечали только сам факт применения инъекций и у родителей уточняли примерную локализацию (верхние/нижние конечности).

Статистические процедуры

Необходимый размер выборки предварительно не рассчитывали.

Анализ данных выполнен с использованием пакета статистических программ STATISTICA, версия 10.0 (StatSoft Inc., США). При описании количественных показателей указывали минимальное и максимальное значения, медиану (Q_1 ; Q_3).

Этическая экспертиза

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом НИКИ педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю.Е. Вельтищева РНИМУ им. Н.И. Пирогова (протокол № 6 от 31.05.2024). Контактные данные законных представителей пациентов извлекали из медицинской документации на основании подписанного ими при госпитализации информированного добровольного согласия на обработку и использование данных. При рассылке приглашений по электронной почте законных представителей пациентов информировали о целях, задачах и методах исследования, о возможности согласия или отказа от участия в исследовании. Заполнение и ответная высылка анкеты обозначались как согласие на участие, отсутствие ответа или письменный/устный (по телефону) отказ — как отказ от участия в исследовании. Полученные данные сохраняли в обезличенном виде.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Формирование выборки исследования

В период исследования в нейрохирургическом отделении проведена 271 СДР. В соответствии с критериями отбора приглашения были разосланы 253 (93,4%) контактным лицам. Анкета с ответом хотя бы на один вопрос исследования получена от 125 (49,4%) родителей, из них 118 получены по электронной почте, 7 — во время амбулаторного приема. Для анализа были отобраны 107 анкет (39,5% от всех прооперированных, или 42,3% от всех соответствовавших критериям отбора), 18 исключены из анализа в связи с отсутствием в анкете необходимых данных (сведений о ботулинотерапии, другом антиспастическом и/или ортопедическом лечении) и невозможностью получить необходимые сведения при опросе представителей пациента.

Характеристики выборки (групп) исследования

Из 107 пациентов мальчиков было 68 (63,6%). Возраст на момент СДР составил от 2,4 до 18 лет, медиана — 5,0 (3,9; 6,9) лет. На момент проведения опроса после СДР прошло от 12 до 41 мес, медиана — 20,8 (16,5; 26,7) мес. У 106 (99,1%) детей были двусторонние формы ДЦП: спастическая диплегия или спастический тетрапарез, у 1 ребенка — левосторонний гемипарез. Распределение пациентов по уровням двигательной активности до операции было следующим:

GMFCS I — 2, GMFCS II — 14, GMFCS III — 68, GMFCS IV — 22, GMFCS V — 1 ребенок. До СДР ботулинотерапия (хотя бы одна инъекция) была проведена у 71 (66,4%) ребенка. Сроки от последней ботулинотерапии до СДР составили от 3 до 108 мес, медиана — 12 (8; 24) мес.

Основные результаты исследования

Ботулинотерапия

В послеоперационном периоде ботулинотерапия была проведена 24 (22,4%) пациентам, из них 4 ботулотоксин типа А (БТА) введен впервые (возраст на момент операции — от 2,4 до 2,6 года у 3 детей и 17 лет у одного пациента). Сроки от СДР до ботулинотерапии варьировали от 1,5 до 36 мес, медиана — 10,7 (6,9; 16,4) мес. Инъекции БТА после СДР только в мышцы верхних конечностей выполнены у 4 детей, только в мышцы ног — у 10, одновременно в мышцы рук и ног — еще у 10, в слюнные железы для коррекции хронической саливации — у одного ребенка (табл. 1). Распределение пациентов по уровню функциональной активности по классификации GMFCS среди получивших инъекции БТА после СДР соответствовало таковому до операции (большинство с GMFCS III). Родители 9 (45%) из 20 пациентов сообщили, что не заметили значимого эффекта от инъекций в мышцы ног.

Прием миорелаксантов

На момент операции только один ребенок с GMFCS V принимал перорально миорелаксантами центрального действия — баклофен. До и после СДР этот пациент не получал инъекций БТА. После проведения СДР прием баклофена отмечен в анкете только у этого же пациента, остальные сообщили, что пероральные миорелаксанты за указанный период наблюдения не использовали.

Ортопедические операции

После СДР ортопедические операции были проведены у 26 (24,3%) детей. Возраст проведения ортопедических операций варьировал от 3,3 до 12,7 года, медиана — 5,9 (5,0; 8,5) года. Время от СДР до ортопедической операции варьировало от 3,5 до 34 мес, медиана — 14,8 (8,0; 22,6) мес. У двух третей детей проведены только мягкотканые ортопедические вмешательства на нижних конечностях (удлинение и пластика сухожильно-мышечных структур) (табл. 2), из них в 11 случаях выполнены малоинвазивные операции (по методу Ульзибата, селективное чрескожное миофасциальное удлинение (SPML — selective percutaneous miofascial lengthening), подкожная ахиллотомия), в 2 — применены классические методы оперативного вмешательства, еще в 4 случаях данные о методе операции установить не удалось. Одному

Таблица 1. Распределение количества инъекций БТА в целевые мышцы после СДР

Table 1. Distribution of BTA injections into target muscles after SDR

Мышцы ног	GMFCS I	GMFCS II	GMFCS III	GMFCS IV	GMFCS V	Всего*
Инъекции в мышцы ног						20 (83%)
Икроножные		2	11			13
Камбаловидная		2	2	1		5
Задняя большеберцовая				2		2
Тонкая			8			8
Полусухожильная и полуперепончатая		1	6	1		8
Аддукторы бедер			3	1		4
Прямая мышца бедра				1		1
Подвздошно-поясничная				1		1
Средняя ягодичная			1			1
Длинная малоберцовая			1			1
Инъекции в мышцы рук						14 (58%)
Большая грудная			2	2		4
Двуглавая и/или плечевая		1	6	2		9
Трехглавая плеча			1	1		2
Плечелучевая			3	1		4
Круглый пронатор		1	7	2		10
Сгибатели пальцев кисти			1	1		2
Приводящая 1-й палец кисти				1		1
Инъекции в слюнные железы			1			1 (4%)
Всего пациентов	2	14	68	22	1	107
Получили БТА после СДР**	0	3 (21%)	17 (25%)	4 (18%)	0	24 (22%)

Примечание. <*> — доля рассчитана от числа детей, получивших БТА после СДР (24 пациента); <*> — доля рассчитана от числа всех детей с данным уровнем двигательной активности до СДР. БТА — ботулотоксин типа А; СДР — селективная дорзальная ризотомия; GMFCS — Gross Motor Function Classification System (система классификации больших моторных функций).

Note. <*> — ratio calculated from all children who received BTA after SDR (24 patients); <*> — ratio calculated from all children with this level of motor activity before SDR. BTA (BTA) — botulinum toxin A; SDR (SDR) — selective dorsal rhizotomy; GMFCS — Gross Motor Function Classification System.

Таблица 2. Ортопедические вмешательства после СДР у пациентов с разным дооперационным уровнем GMFCS**Table 2.** Orthopedic interventions after SDR in patients with different preoperative GMFCS levels

Уровень GMFCS	Всего пациентов	Любая ортопедическая операция*	Мягкотканые операции**	Мягкотканые + костные операции**
I	2	1 (50%)	1 (100%)	0
II	14	6 (43%)	6 (100%)	0
III	68	14 (21%)	6 (43%)	8 (57%)
IV	22	5 (23%)	4 (80%)	1 (20%)
V	1	0	0	0
Всего	107	26 (24%)	17 (65%)	9 (35%)

Примечание. <*> — доля рассчитана от числа пациентов с уровнем GMFCS до СДР; <***> — доля рассчитана от числа пациентов с ортопедической операцией после СДР. СДР — селективная дорзальная ризотомия; GMFCS — Gross Motor Function Classification System (система классификации больших моторных функций).

Note. <*> — ratio calculated from patients with different GMFCS levels before SDR; <***> — ratio calculated from patients with different GMFCS levels after SDR. SDR (СДР) — selective dorsal rhizotomy; GMFCS — Gross Motor Function Classification System.

пациенту после СДР ортопедические операции были проведены дважды (удлинение мышц по методу Ульзибата). У каждого третьего пациента проведены сочетанные мягкотканые и костные операции для коррекции вторичной деформации стоп и/или тазобедренных суставов. Операции на тазобедренных суставах выполнены 4 детям: у 3 — деторсионные и деторсионно-варизирующие остеотомии (ДВО) бедер, у одного — ДВО с остеотомией костей таза. Родители еще 3 пациентов сообщили о планируемом ортопедическом вмешательстве. У пациентов с сохраненной способностью к самостоятельной ходьбе (GMFCS I–II) выполнены только мягкотканые операции, у пациентов с выраженными двигательными ограничениями (GMFCS III–IV) — как мягкотканые, так и комбинированные вмешательства (см. табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

При наблюдении детей с церебральным параличом, перенесших СДР, определено, что после операции у части пациентов сохраняется или формируется необходимость применения других методов коррекции спастичности и ортопедических деформаций.

Ограничения исследования

Ограничения, связанные с выборкой исследования, обусловлены его проведением в одном клиническом центре, а также высокой долей пациентов, подходящих под критерии отбора, но не включенных в исследование или анализ данных по разным причинам. В связи с этим невозможно судить о репрезентативности выборки и генерализуемости полученных результатов.

Сбор данных преимущественно путем анкетирования и телефонного опроса не позволяет проконтролировать объективность назначения и эффективность ботулинотерапии. Вероятно, часть пациентов, продолжавших получать ботулинотерапию и не увидевших значимого эффекта, уже имели показания к хирургической коррекции, тогда как другие пациенты могли не получать необходимую ботулинотерапию из-за организационных и иных ограничений оказания медицинской помощи по месту жительства.

Ведение пациентов после СДР в различных центрах страны не позволило обеспечить единый подход к определению показаний и выбору мышц для ботулинотерапии, а также к хирургическому лечению. Авторы могли лишь констатировать наличие или отсутствие вме-

шательств после СДР, но не могли контролировать эти вмешательства на предмет их соответствия имеющимся показаниям и противопоказаниям.

Авторы не оценивали дозы БТА для каждой целевой мышцы, поскольку не все пациенты получали подробные протоколы инъекций от специалистов. Кроме того, были использованы три различных препарата БТА, что не позволяет сопоставить использованные дозы.

Интерпретация результатов исследования

В исследование были включены пациенты преимущественно с двусторонними формами ДЦП (106 из 107 детей), большинство (78,5%) — способные к самостоятельной или ассистированной ходьбе (GMFCS I–III), что соответствует распространенным на сегодняшний день критериям отбора пациентов для СДР [8, 10]. Именно у таких пациентов операция позволяет добиться более равномерного, значимого и длительного снижения спастичности, чем терапевтические стратегии, и избежать ботулинотерапии у ряда пациентов или существенно снизить частоту инъекций и количество целевых мышц [14, 16]. Вместе с тем, накоплены данные о возможном сохранении или рецидиве спастичности в отдельных группах мышц после СДР, что может потребовать продолжения использования других антиспастических методов, включая ботулинотерапию, пероральные миорелаксанты и установку баклофеновой помпы [11, 14, 27]. В проспективном 15-летнем наблюдении R.W. Dudley и соавт. ботулинотерапия после СДР потребовалась 11 (12,5%) из 88 пациентов [19], в работе E.A. Hurvitz и соавт. — 47 (53%) из 88 пациентов в течение в среднем 19 лет после операции [20]. По данным P.E. van Schie и соавт., 13 (39,4%) из 33 пациентов с GMFCS II и III в связи с сохранением остаточной спастичности после СДР инъекции БТА проводились в икроножные и/или полусухожильные и полуперепончатые мышцы. Сроки между СДР и ботулинотерапией составили от 1 до 8 лет (в среднем 3,5 года) [15]. В наблюдении E.A. Bolster и соавт. 13 из 29 (44,8%) детей, перенесших СДР, впоследствии требовали инъекций БТА преимущественно в икроножные мышцы [23]. В исследовании A.B. Декопова и соавт. рецидив спастичности описан у 4 (8,5%) из 47 пациентов в сроки от 1 до 7 лет после операции: в 2 случаях до дооперационного уровня, в 2 — только частично в икроножных и приводящих мышцах, при этом применение ботулинотерапии после СДР не упоминалось [21]. В проспективном наблюдении за результатами СДР у 10 паци-

ентов со спастической диплегией (GMFCS III) в сроки от 6 до 12 мес после операции также отмечены нарастание спастичности в отдельных мышцах ног у 6 из них и появление показаний к ботулинотерапии у 1 пациентки [22]. По нашим данным, в сроки от 1,5 до 36 мес после СДР ботулинотерапия потребовалась каждому пятому (22,4%) ребенку, что втрое ниже потребности в БТА до СДР (66,4%). Таким образом, наши результаты подтверждают сохранение потребности в проведении антиспастического лечения после СДР, хотя и у меньшей доли больных. Большой разброс в публикациях сведений о частоте применения ботулинотерапии после СДР, по всей видимости, связан с различиями в возрасте проведения и технике операции, исходных параметрах пациентов и сроках наблюдения.

СДР затрагивает преимущественно тонус мышц ног, тогда как для большинства пациентов с двусторонними формами ДЦП характерно вовлечение в патологический паттерн и мышц рук [28]. Однако, по нашим данным, у большинства пациентов (83,3%), получивших ботулинотерапию после СДР, инъекции БТА были выполнены в мышцы ног. При этом около половины родителей этих пациентов (45%) отметили неэффективность ботулинотерапии. В числе причин можно выделить несовпадение ожиданий родителей с объективными возможностями метода, погрешности в выборе мышц-мишеней и доз препарата, неоптимальную технику проведения инъекций. Вместе с тем, наиболее значимым, на наш взгляд, является фактор формирования и накопления вторичных изменений в мышцах и ортопедических деформаций на фоне предшествующей спастичности [6]. Медиана возраста пациентов в исследовании на момент СДР составляла 5 лет, что означает, что у части пациентов к операции уже могли быть сформированы укорочения мышц, наиболее часто вовлекаемых в паттерн спастичности (икроножные и камбаловидные мышцы, медиальные хамстринги (полусухожильная и полуперепончатая мышцы), тонкая мышца) [29]. У детей в нашем исследовании именно эти мышцы были чаще других целевыми для ботулинотерапии, редко — аддукторы бедер. Иными словами, инъекции БТА в мышцы ног после СДР не могут быть абсолютно объективным критерием рецидива спастичности после операции, поскольку не только спастичность, но и вторичные изменения мышц способны приводить к патологическим установкам. Это подразумевает необходимость тщательной дифференциации динамического и фиксированного компонентов двигательных ограничений в мышцах ног у пациентов, перенесших СДР, во избежание неоправданного назначения ботулинотерапии и для своевременного перехода к ортопедическим хирургическим методам коррекции.

В большинстве ранее опубликованных работ целевые мышцы для ботулинотерапии после СДР либо не упоминаются [19, 20, 24], либо упоминаются икроножные, полусухожильная и полуперепончатая мышцы [15, 23]. Также отмечаются случаи рецидива спастичности в аддукторах бедер и прямой мышце бедра [21, 22]. Мы не обнаружили сообщений об инъекциях БТА в верхние конечности с анализом целевых мышц для ботулинотерапии, хотя именно мышцы рук, на наш взгляд, могут оставаться потенциальными мишенями для продолжения коррекции спастичности у пациентов с ДЦП, перенесших СДР.

В работе Е.А. Hurvitz и соавт. миорелаксанты после СДР назначали 38% больных, баклофеновая помпа была установлена 15% пациентов [20]. В наблюдении за 95 пациентами после СДР в течение 20–28 лет Т.С. Park и соавт. отметили использование антиспастиче-

ских пероральных препаратов у 22% больных, установку баклофеновой помпы в 3% случаев [14]. В нашей выборке пациентов только один продолжил принимать ранее (до СДР) назначенный баклофен. Учитывая высокую долю детей с GMFCS IV–V (23; 21,5%), можно констатировать, что пациенты, нуждающиеся в системном антиспастическом лечении [30], в период настоящего исследования не получали его в полной мере. С другой стороны, различия в частоте использования пероральных и интратекального миорелаксантов в нашей и ранее описанных группах пациентов могут быть связаны с разницей в возрасте. В нашем исследовании медиана возраста составляла 5 лет, тогда как в упомянутых выше работах изучали лечение подростков и взрослых с ДЦП.

Известно, что после СДР у детей с ДЦП сохраняется потребность и в ортопедической коррекции. В нашем исследовании после СДР хотя бы одна ортопедическая операция была проведена в течение от 3,5 до 34 мес (медиана — 14,8 мес) у каждого четвертого ребенка (24,3%), в большинстве случаев (65,4%) на мягких тканях (удлинение или пластика мышц и сухожилий нижних конечностей), в каждом третьем случае (34,6%) для коррекции вторичной деформации стоп и/или тазобедренных суставов проведены сочетанные мягкотканые и костные операции. В исследовании Е.А. Bolster и соавт. ортопедические операции требовались 16 (55%) из 29 пациентов в течение от 2 до 9 лет после СДР (в среднем через 4 года 11 мес). Четверым детям потребовались две повторные операции [23]. В наблюдении P.E. van Schie и соавт. ортопедические вмешательства были проведены 10 (30%) из 33 пациентов спустя 2–7 лет после СДР (в среднем 4 года 4 мес). Большинство из них (8 из 10) были с GMFCS III [15]. По данным R.W. Dudley и соавт., мягкотканые операции после СДР были выполнены у 17 (19,3%) из 88 пациентов, сочетанные мягкотканые и костные операции — еще у 8 (9,1%) [19]. В исследовании T.S. Park и соавт. после СДР ортопедические вмешательства потребовались 57% пациентов [14]. Е.А. Hurvitz и соавт. упоминают еще больший процент ортопедических операций после СДР — 74%, из которых 63% — мягкотканые и 36% — с вовлечением бедра [20]. Высокая частота ортопедических операций в последнем исследовании, вероятно, обусловлена как более старшим возрастом пациентов ($6 \pm 3,9$ года), когда у части из них уже успевают сформироваться вторичные ортопедические деформации, так и длительным сроком послеоперационного наблюдения (в среднем около 20 лет). В своем исследовании мы не оценивали наличие показаний к ортопедическим операциям до СДР, но относительно ранние сроки ортопедических вмешательств свидетельствуют о том, что пациенты проходили СДР, уже имея сформированные контрактуры и откладывая вмешательство до устранения выраженной спастичности. Таким образом, как по нашим данным, так и по наблюдениям зарубежных коллег, СДР не избавляет от необходимости проведения ортопедических операций, но, вероятно, снижает их количество и увеличивает возраст первого вмешательства, что потенциально уменьшает риск рецидива [7, 24]. Операции включают в себя как удлинение сухожильно-мышечного аппарата нижних конечностей, так и корректирующие остеотомии стоп, костей голеней, бедер и таза.

Особенностью выборки нашего исследования является высокая доля среди мягкотканых операций (в 11 из 17 случаев) малоинвазивных вмешательств (по методу Ульзибата, SPML, подкожной ахиллотомии). С одной стороны, эти методы привлекательны для пациентов своей

малой травматичностью и быстрыми сроками послеоперационного восстановления. С другой — они не позволяют одномоментно скорректировать костные деформации (подвывихи и вывихи, патологические ротации костей), что не обеспечивает оптимального результата для ряда пациентов и, вероятно, повышает риск рецидива и повторных вмешательств, что отмечено нами в одном случае у пациента, перенесшего две повторные операции по методу Ульзибата за короткий срок наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что СДР обеспечивает снижение спастичности в нижних конечностях у пациентов с ДЦП. Нами показано, что у части пациентов после СДР сохраняется или формируется необходимость применения дополнительных методов коррекции спастичности и ортопедических деформаций, в том числе в связи с ростом ребенка. По нашим данным, наиболее частыми мышцами-мишенями для ботулинотерапии в нижние конечности после СДР были: икроножная, тонкая, полусухожильная и полуперепончатая, реже — камбаловидная мышца и аддукторы бедра; в верхние конечности: круглый пронатор и двуглавая и/или плечевая мышцы. Из ортопедических операций после СДР преимущественно проводились мягкотканые вмешательства, реже — сочетанные мягкотканые и костные операции. Таким образом, после СДР сохраняется актуальность контроля спастичности и ортопедического статуса пациентов. Полученные данные могут служить ориентиром при планировании ортопедического наблюдения и ботулинотерапии у пациентов, перенесших СДР.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Отсутствует.

FINANCING SOURCE

Not specified.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Not declared.

ВКЛАД АВТОРОВ

О.А. Ключкова — определение концепции, разработка методологии, анализ данных, написание черновика рукописи.

Е.И. Смолянкина — определение концепции, разработка методологии, работа с данными, пересмотр и редактирование рукописи.

Д.Ю. Зиненко — определение концепции, пересмотр и редактирование рукописи.

А.М. Мамедьяров — анализ данных, пересмотр и редактирование рукописи.

У.Ш. Ашрафова — работа с данными, пересмотр и редактирование рукописи.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Olga A. Klochkova — concept, methodology development, data analysis, manuscript draft writing.

Ekaterina I. Smolyankina — concept, methodology development, data processing, manuscript revision and editing.

Dmitriy Yu. Zinenko — concept, manuscript revision and editing.

Ayaz M. Mamedyarov — data analysis, manuscript revision and editing.

Ulviya Sh. Ashrafova — data processing, manuscript revision and editing.

ORCID

О.А. Ключкова

<https://orcid.org/0000-0002-4079-3450>

Е.И. Смолянкина

<https://orcid.org/0009-0007-3867-9273>

Д.Ю. Зиненко

<https://orcid.org/0000-0002-5406-6772>

А.М. Мамедьяров

<https://orcid.org/0000-0003-0818-6906>

У.Ш. Ашрафова

<https://orcid.org/0000-0003-1721-5609>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Australian Cerebral Palsy Register Report 2023. Available online: <https://cpregister.com/wp-content/uploads/2023/01/2023-ACPR-Report.pdf>. Accessed on May 19, 2024.
2. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;16:1505–1518. doi: <https://doi.org/10.2147/NDT.S235165>
3. Hollung SJ, Bakken IJ, Vik T, et al. Comorbidities in cerebral palsy: a patient registry study. *Dev Med Child Neurol*. 2020;62(1):97–103. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.14307>
4. Himmelmann K, Hagberg G, Wiklund LM, et al. Dyskinetic cerebral palsy: a population-based study of children born between 1991 and 1998. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(4):246–251. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00246.x>
5. 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: <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02289-3>
6. Ключкова О.А., Куренков А.Л., Кенис В.М. Формирование контрактур при спастических формах детского церебрального паралича: вопросы патогенеза // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. — 2018. — Т. 6. — № 1. — С. 58–66. — doi: <https://doi.org/10.17816/PTORS6158-66> [Klochkova OA, Kurenkov AL, Kenis VM. Development of contractures in spastic forms of cerebral palsy:

- Pathogenesis and prevention. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2018;6(1):58–66. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.17816/PTORS6158-66>]
7. Graham D, Aquilina K, Mankad K, Wimalasundera N. Selective dorsal rhizotomy: current state of practice and the role of imaging. *Quant Imaging Med Surg*. 2018;8(2):209–218. doi: <https://doi.org/10.21037/qims.2018.01.08>
 8. 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. — doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v21i1.2382> [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Zinenko DYU, Berdichevskaya EM. Selective Dorsal Rhizotomy in Treatment of Spasticity in Patients with Cerebral Palsy. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2022;21(1):19–28. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.15690/vsp.v21i1.2382>]
 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: <https://doi.org/10.1007/s11910-020-1022-z>
 10. Nicolini-Panisson RD, Tedesco AP, Folle MR, et al. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: selection criteria and postoperative physical protocols. *Rev Paul Pediatr*. 2018;36(1):9. doi: <https://doi.org/10.1590/1984-0462;2018;36;1;00005>

11. 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: <https://doi.org/10.1111/dmcn.14320>
12. Park TS, Joh S, Walter DM, et al. Selective Dorsal Rhizotomy for the Treatment of Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy. *Cureus.* 2020;12(8):e9605. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.9605>
13. 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: <https://doi.org/10.1007/s00381-023-06062-4>
14. Park TS, Liu JL, Edwards C, et al. Functional Outcomes of Childhood Selective Dorsal Rhizotomy 20 to 28 Years Later. *Cureus.* 2017;9(5):e1256. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.1256>
15. van Schie PE, Schothorst M, Dallmeijer AJ, et al. Short- and long-term effects of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulatory children with spastic diplegia. *J Neurosurg Pediatr.* 2011;7(5):557–562. doi: <https://doi.org/10.3171/2011.2.PEDS10452>
16. Wang KK, Munger ME, Chen BP, et al. Selective dorsal rhizotomy in ambulant children with cerebral palsy. *J Child Orthop.* 2018;12(5):413–427. doi: <https://doi.org/10.1302/1863-2548.12.180123>
17. Meyer-Sauvage J, Krouma M, Klovian C, et al. The effect of selective dorsal rhizotomy on the improvement of the quality of life of children with stage GMFCS IV and V cerebral palsy: Pain, nursing, positioning, and dressing. *Childs Nerv Syst.* 2024;40(4):987–995. doi: <https://doi.org/10.1007/s00381-024-06321-y>
18. Assumpcao de Monaco B, Alves Du Rocher Candido A, Jacobsen Teixeira M, Lopes Alho EJ. Impact of selective dorsal rhizotomy to cerebral palsy children caregivers' burden. *Childs Nerv Syst.* 2024;40(5):1461–1469. doi: <https://doi.org/10.1007/s00381-024-06291-1>
19. Dudley RW, Parolin M, Gagnon B, et al. Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy. *J Neurosurg Pediatr.* 2013;12(2):142–150. doi: <https://doi.org/10.3171/2013.4.PEDS12539>
20. Hurvitz EA, Marciniak CM, Daunter AK, et al. Functional outcomes of childhood dorsal rhizotomy in adults and adolescents with cerebral palsy. *J Neurosurg Pediatr.* 2013;11(4):380–388. doi: <https://doi.org/10.3171/2013.1.PEDS12311>
21. Декопов А.В., Томский А.А., Гаевый И.О. и др. Отдаленные результаты задней селективной ризотомии у больных со спастическими формами детского церебрального паралича // *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко.* — 2015. — Т. 79. — № 6. — С. 29–37. — doi: <https://doi.org/10.17116/neiro201579629-37> [Dekopov AV, Tomskii AA, Gaevyi IO, et al. Long-term outcomes of SDR in various groups of cerebral palsy (CP) patients. *Burdenko's Journal of Neurosurgery.* 2015;79(6):29–37. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.17116/neiro201579629-37>]
22. Ключкова О.А., Колесникова Е.П., Зиненко Д.Ю., Бердичевская Е.М. Ближайшие результаты операции селективной дорзальной ризотомии у пациентов с детским церебральным параличом, получавших комплексное мультидисциплинарное сопровождение // *Детская и подростковая реабилитация.* — 2023. — № 2. — С. 16–28. [Klochkova OA, Kolesnikova EP, Zinenko DY, Berdichevskaya EM. Early results of selective dorsal rhizotomy and complex multidisciplinary rehabilitation approach in patients with cerebral palsy. *Child and adolescent rehabilitation.* 2023;(2):16–28. (In Russ).]
23. Bolster EA, van Schie PE, Becher JG, et al. Long-term effect of selective dorsal rhizotomy on gross motor function in ambulant children with spastic bilateral cerebral palsy, compared with reference centiles. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(7):610–616. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.12148>
24. Munger ME, Aldahondo N, Krach LE, et al. Long-term outcomes after selective dorsal rhizotomy: a retrospective matched cohort study. *Dev Med Child Neurol.* 2017;59(11):1196–1203. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13500>
25. Патент № 2806874 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 (2006.01). Способ осуществления малоинвазивного оперативного доступа при селективной дорзальной ризотомии: № 2022126489: заявл. 2022.10.11: опубл. 2023.11.08 / Зиненко Д.Ю., Смолянкина Е.И., Хафизов Ф.Ф. и др. [Patent No. 2806874 Russian Federation, IPC A61B 17/56 (2006.01). *Method for less invasive surgical access for selective dorsal rhizotomy:* No. 2022126489: declare 2022.10.11: publ. 2023.11.08. Zinenko DY, Smolyankina EI, Khafizov FF, et al. (In Russ).]
26. Ключкова О.А., Куренков А.Л. Ботулинотерапия при детском церебральном параличе: практические советы и ультразвуковой контроль. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МЕДпресс-информ; 2023. — 272 с. [Klochkova OA, Kurenkov AL. *Botulinoterapiya pri detskom tserebral'nom paraliche: prakticheskie soveti i ul'trazvukovoi kontrol'.* 2nd edn, rev. and upd. Moscow.: MEDpress-inform; 2023. 272 p. (In Russ).]
27. Gillespie CS, George AM, Hall B, et al. The effect of GMFCS level, age, sex, and dystonia on multi-dimensional outcomes after selective dorsal rhizotomy: prospective observational study. *Childs Nerv Syst.* 2021;37(5):1729–1740.
28. Ключкова О.А., Куренков А.Л., Намазова-Баранова Л.С., Мамедъяров А.М. Паттерны спастичности мышц верхних конечностей и применение ботулинотерапии у пациентов с детским церебральным параличом с поражением рук // *Педиатрическая фармакология.* — 2013. — Т. 10. — № 5. — С. 31–39. — doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v10i5.820> [Klochkova OA, Kurenkov AL, Namazova-Baranova LS, Mamedyarov AM. Spasticity patterns of hand muscles and botulinum toxin therapy application in patients with cerebral palsy with upper limb involvement. *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology.* 2013;10(5):31–39. (In Russ). doi: <https://doi.org/10.15690/pf.v10i5.820>]
29. Handsfield GG, Williams S, Khoo S, et al. Muscle architecture, growth, and biological Remodelling in cerebral palsy: a narrative review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):233. doi: <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05110-5>
30. Heinen F, Desloovere K, Schroeder AS, et al. The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol.* 2010;14(1):45–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2009.09.005>