



ОЦЕНКА ИСХОДОВ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИХ И ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ СИНДРОМЕ СПИНАЛЬНОЙ ДИЗРАФИИ С ПОЗИЦИИ ДИНАМИКИ ОБЪЕКТИВНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ СИНДРОМА ФИКСАЦИИ И НАТЯЖЕНИЯ СПИННОГО МОЗГА

С.О. Рябых^{1,2}, А.А. Калашников^{1,3}, В.С. Климов^{1,4,5}, С.А. Горчаков³

¹Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю.Е. Вельтищева, Москва, Россия;

²Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия;

³Детская городская клиническая больница Св. Владимира, Москва, Россия;

⁴Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия;

⁵Европейский медицинский центр, Москва, Россия

Цель исследования. Оценка диагностической значимости клинико-инструментальных критериев синдромов фиксации и натяжения спинного мозга с позиции анализа исходов основных нейрохирургических и ортопедических вмешательств.

Материал и методы. В ретропроспективное сплошное трехцентровое исследование включены 120 пациентов, оперированных по поводу синдрома натяжения спинного мозга при спинальной дизрафии. По результатам оценки функциональных исходов пациентов разделили на 3 группы: группа 1 — выполнялся микрохирургический рететеринг, группа 2 — укорачивающая трехколонная вертебротомия (Schwab 3–6) с коррекцией деформации позвоночника и инструментальной фиксацией, группа 3 (контроль) — без повторной операции. В группах оценивали нозологическую структуру дизрафии по нейросегментарному уровню поражения по Sharrard, кратность оперативных вмешательств, динамику моторного статуса и спастичности по шкале Ashworth, нарушения чувствительности, оценку контроля мочеиспускания и тонуса мочевого пузыря по данным уродинамического исследования, МР-признаки синдрома натяжения спинного мозга, варианты деформаций опорно-двигательного аппарата, а также исходы лечения по единым критериям оценки.

Результаты. Показаны статистически значимые различия в частоте неблагоприятных исходов в зависимости от вида операции. Рететеринг ассоциировался с повышенным риском неблагоприятного исхода (61 %; $p = 0,044$), укорачивающая вертебротомия показала значимое преобладание благоприятного исхода ($p = 0,036$): 7 % неблагоприятного против 27 % — благоприятного. Анализ исходного диагноза не выявил значимых различий между исследуемыми группами по типам дизрафии и нейросегментарному уровню поражения, нозологической структуре, оценке моторного статуса, количеству проведенных вмешательств по устранению фиксации спинного мозга, а также частоте деформаций позвоночника. В то же время анализ патологии нижних конечностей показал, что статистически значимые различия были выявлены у пациентов с кифозами ($p < 0,01$), деформациями голеней ($p = 0,019$) и вывихами бедра ($p = 0,001$).

Заключение. Рететеринг при синдроме спинальной дизрафии ассоциирован с повышенным риском неблагоприятного исхода, лучшие результаты демонстрирует укорачивающая вертебротомия. Ключевыми прогностическими факторами неблагоприятного исхода являются выраженные ортопедические деформации, включая деформации стоп и вывихи бедер, отражающие тяжесть поражения нервных структур и являющиеся клиническими маркерами для стратификации риска. Целесообразна персонализированная унификация традиционных подходов к лечению синдрома фиксированного спинного мозга при спинальной дизрафии, междисциплинарный характер проблемы требует создания стандартизированных алгоритмов ведения таких пациентов.

Ключевые слова: спинальная дизрафия; рететеринг; дететеринг; вертебротомия.

Для цитирования: Рябых С.О., Калашников А.А., Климов В.С., Горчаков С.А. Оценка исходов нейрохирургических и ортопедических вмешательств при синдроме спинальной дизрафии с позиции динамики объективных диагностических критериев синдрома фиксации и натяжения спинного мозга // Хирургия позвоночника. 2026. Т. 23, № 2. С. 6–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.2.6-15>

EVALUATION OF THE OUTCOMES OF NEUROSURGICAL AND ORTHOPEDIC INTERVENTIONS IN SPINAL DYSRAPHISM SYNDROME FROM THE PERSPECTIVE OF THE DYNAMICS OF OBJECTIVE DIAGNOSTIC CRITERIA FOR SPINAL CORD TETHERING AND TRACTION SYNDROME

S.O. Ryabykh^{1,2}, A.A. Kalashnikov^{1,3}, V.S. Klimov^{1,4,5}, S.A. Gorchakov³¹Research Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery n.a. Acad. Yu.E. Veltishev, Moscow, Russia;²Pirogov Clinic of High Medical Technologies at Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia;³St. Vladimir City Children's Clinical Hospital, Moscow, Russia;⁴Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia;⁵European Medical Center, Moscow, Russia

Objective. To evaluate the diagnostic value of clinical and instrumental criteria for tethered cord syndrome (TCS) by analyzing the outcomes of the main types of neurosurgical and orthopedic interventions.

Material and Methods. The retrospective continuous 3-center study included 120 patients operated for TCS in spinal dysraphism. Based on functional outcome assessment, patients were divided into three groups: patients in Group 1 underwent microsurgical redetethering, in Group 2 – shortening three-column vertebrotomy (Schwab 3–6) with correction of spinal deformity and instrumental fixation; and in Group 3 (control) – without reoperation. Groups were assessed for the nosological structure of dysraphism based on the neurosegmental level of damage according to Sharrard, frequency of surgical interventions, dynamics of motor status and spasticity according to the Ashworth scale, sensory impairment, urinary control and bladder tone according to urodynamic studies, MR signs of spinal cord tethering syndrome, types of musculoskeletal deformities, as well as treatment outcomes according to uniform assessment criteria.

Results. Statistically significant differences in the frequency of unfavorable outcomes depending on the type of surgery were shown. Redetethering was associated with an increased risk of unfavorable outcome (61%; $p = 0.044$), shortening vertebrotomy showed significant predominance of favorable outcome ($p = 0.036$): 7% unfavorable versus 27% favorable. Analysis of the initial diagnosis did not reveal significant differences between the study groups in terms of the types of dysraphism and neurosegmental level of damage, nosological structure, motor status assessment, the number of interventions performed to eliminate spinal cord tethering, as well as the frequency of spinal deformities. At the same time, the analysis of lower extremity pathology revealed statistically significant differences in patients with kyphosis ($p < 0.01$), leg deformities ($p = 0.019$), and hip dislocation ($p = 0.001$).

Conclusion. Redetethering in spinal dysraphism syndrome is associated with an increased risk of adverse outcomes; shortening vertebrotomy demonstrates the best results. Key prognostic factors for adverse outcomes are significant orthopedic deformities, including foot deformities and hip dislocations, which reflect the severity of damage to neural structures and serve as clinical markers for risk stratification. It is advisable to personalize unification of conventional approaches to treating tethered cord syndrome in spinal dysraphism; the interdisciplinary nature of the problem requires the development of standardized algorithms for managing these patients.

Key Words: spinal dysraphism; retethering; detethering; vertebrotomy.

Please cite this paper as: Ryabykh SO, Kalashnikov AA, Klimov VS, Gorchakov SA. Evaluation of the outcomes of neurosurgical and orthopedic interventions in spinal dysraphism syndrome from the perspective of the dynamics of objective diagnostic criteria for spinal cord tethering and traction syndrome. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2026;23(2):6–15. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.2.6-15>

Синдром натяжения спинного мозга (СНСМ) – грозное осложнение синдрома спинальной дизрафии, патогенетически связанное с фиксацией спинного мозга и приводящее к его ишемии, прогрессирующему неврологическому, урологическому и ортопедическому дефициту [1].

Несмотря на значительные успехи в диагностике и хирургическом лечении синдрома спинальной дизрафии, проблема раннего выявления СНСМ и его мониторинга остается чрезвычайно актуальной в детской нейрохирургической и ортопедической практике. Существующие подходы к диагностике СНСМ часто основываются

на ограниченном наборе клинических признаков и данных нейровизуализации, без учета в полной мере их комплексной динамики и взаимосвязи [2, 3]. Особую сложность представляет оценка эффективности комбинированного лечения, включающего как нейрохирургическую коррекцию (варианты дефиксации спинного мозга), так и корригирующие ортопедические операции на позвоночнике.

Перечисленное определяет важность и необходимость разработки и обоснования стандартизированных, чувствительных и специфичных клинико-диагностических критериев СНСМ при синдроме спинальной

дизрафии, а также надежных методов оценки их динамики после различных вариантов нейрохирургических и ортопедических вмешательств.

Цель исследования – оценка диагностической значимости клинико-инструментальных критериев синдромов фиксации и натяжения спинного мозга с позиции анализа исходов основных вариантов нейрохирургических и ортопедических вмешательств.

В ранее проведенном систематизированном обзоре литературы [4] определены основные диагностические критерии синдрома фиксации спинного мозга (СФСМ) при синдроме спинальной дизрафии: дистопи-

рванный конус спинного мозга, укороченная фиксированная терминальная нить, наличие люмосакральной липомы. В свою очередь критериями СНСМ являются гидроцефалия, дистопия конуса спинного мозга ниже уровня L₁–L₂, сирингомиелия, липома терминальной нити, утолщение терминальной нити ≥2 мм, синдром каудальной регрессии, дистопия миндалик мозжечка.

Однако критерии интегральной оценки клинико-морфофункционального состояния пациентов на сегодняшний день отсутствуют, а имеющиеся шкалы не являются специфичными. Описанные МР-критерии ограничены уровнем доказательности, несмотря на это, они отражают высокий уровень консенсуса между экспертами, в том числе по определению показаний к хирургической дефиксации спинного мозга [5–7]. Отсутствие четких показаний к оперативному вмешательству и дискуссионность профилактической дефиксации требуют дальнейшего изучения проблемы с акцентом на анализе критериев СНСМ [8, 9].

В рамках решения поставленной цели мы сочли необходимым решить

три задачи: (1) провести сравнительный анализ клинико-нейровизуализационных проявлений СФСМ и СНСМ при различных формах спинальной дизрафии; (2) оценить динамику клинико-нейровизуализационных проявлений на фоне нейрохирургической и ортопедической коррекции в различные сроки послеоперационного наблюдения; (3) оценить исходы нейрохирургической и ортопедической коррекции на основе анализа динамики объективных диагностических параметров.

Материал и методы

Дизайн исследования. Ретропроспективное сплошное трехцентровое исследование, проведенное в соответствии с принципами Хельсинкской декларации и протокола PICO (табл. 1). Уровень доказательности – 2с по UK Oxford Версия 2009 («оценка исходов»).

База. В исследование включены 120 пациентов с СФСМ и СНСМ при спинальной дизрафии, оперированных тремя бригадами хирургов в трех профильных учреждениях: Научно-исследовательском

клиническом институте педиатрии и детской хирургии им. Ю.Е. Вельтищева (Москва), Детской городской клинической больнице Св. Владимира (Москва), Клинике высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова Санкт-Петербургского государственного университета. В качестве контрольной группы собраны пациенты тождественной нозологической группы и возраста, наблюдаемые этими же бригадами специалистов, но которым не выполняли операции микрохирургического редететеринга и укорачивающей вертебротомии.

Период набора данных: с января 2022 по июнь 2025 г.

По результатам оценки функциональных исходов пациентов разделили на 3 группы: группа 1 – микрохирургический редететеринг; группа 2 – укорачивающая трехколонная вертебротомия; группа 3 (контрольная) – без повторной операции.

Параметры исследования и критерии оценки приведены в табл. 2.

Общая характеристика исследуемой группы. В исследование включены 120 пациентов с СНСМ при спинальной дизрафии. Функциональные исходы лечения оценены с учетом

Таблица 1

Применение протокола PICO

Элементы PICO	Критерии включения	Критерии исключения
Участники	Пациенты младше 18 лет, получавшие и не получавшие первичное или этапное хирургическое лечение по поводу синдрома фиксации спинного мозга	Пациенты старше 18 лет с синдромом фиксированного спинного мозга, не связанного со спинальной дизрафией. Дефицит данных на этапе обследования и лечения
Вмешательство	Микрохирургическая дефиксация спинного мозга и его элементов (микрохирургический редететеринг). Укорачивающая трехколонная остеотомия позвоночника (Schwab 3–6) с коррекцией деформации позвоночника и инструментальной фиксацией (укорачивающая вертебротомия). Группа контроля (повторно не оперированные)	Удаление новообразований позвоночного канала без дефиксации спинного мозга и его элементов. Дорсальная остеотомия позвоночника (Schwab 1–2) с коррекцией деформации позвоночника и инструментальной фиксацией
Сравнение	Анализ нозологической структуры по нейросегментарному уровню поражения по Sharrard. Оценка исходов: группа 0 – благоприятный исход; группа 1 – неблагоприятный исход	–
Результат	Данные исходного неврологического и ортопедического статуса и их динамики (см. критерии оценки). Клинические данные (осложнения). Данные МРТ головного и спинного мозга (см. критерии оценки)	–

лечебной тактики по трем группам: 1 – микрохирургический редететеринг, 2 – укорачивающая вертебротомия, 3 – контроль, без повторной операции.

Критерии оценки. Оценивали следующие параметры:

- нозологическая структура дизрафии, в том числе по нейросегментарному уровню поражения по Sharrard [10, 11];
- кратность оперативных вмешательств;
- динамика спастичности по модифицированной шкале Ashwort (Modified Ashworth Scale, MAS);
- нарушения чувствительности, двигательные функции конечностей по шкале Frankel;
- возможность контроля мочеиспускания и тонус мочевого пузыря по данным уродинамического исследования;
- МР-признаки СНСМ;
- варианты деформаций опорно-двигательного аппарата; варианты типов деформаций стоп представлены в табл. 2; анализ деформаций осевого скелета проводили в сагиттальной плоскости, предполагая прямое

влияние на СНСМ; степень кифоза оценивали по классификации Winter (1-я степень – 30–40° по Cobb; 2-я – 40–50°; 3-я – >50° и <70°; 4-я – >70°), а также наличие гиперлордоза (>60° по Cobb).

Критерии оценки исходов лечения. Критерии неблагоприятного исхода:

- 1) отсутствие улучшения и/или прогрессирования неврологического дефицита (сохраняющийся или усугубившийся парез/паралич конечностей, нарастание спастичности или появление новых патологических рефлексов, отсутствие регресса болевого синдрома);
- 2) прогрессирование дисфункции тазовых органов (ухудшение контроля мочеиспускания (недержание/задержка мочи), рецидивирующие инфекции мочевыводящих путей, усугубление нейрогенного мочевого пузыря по данным уродинамики);
- 3) прогрессирование вторичной ортопедической патологии (прогрессирование деформации позвоночника, деформаций стоп, контрактур крупных суставов);
- 4) рецидив синдрома натяжения (формирование послеоперационных

спаек, вызывающих повторную фиксацию спинного мозга, подтвержденное данными МРТ).

Отсутствие этих данных рассматривалось как благоприятный результат.

Статистический анализ. Сбор данных, их последующую коррекцию, систематизацию исходной информации и визуализацию полученных результатов осуществляли в электронных таблицах Microsoft Office Excel (2016). Статистическую обработку результатов проводили средствами языка программирования Python (v. 3.12, Python Software Foundation, <https://www.python.org/>).

Оценку количественных показателей на предмет соответствия нормальному распределению проводили согласно критерию Шапиро – Уилка. При его отсутствии в дальнейшем расчеты производили методами непараметрической статистики, в качестве центра распределения определяли медиану, а в качестве вариации – квартили (Me [Q1; Q3]). Для сравнения, двух несвязанных выборок использовали *U*-критерий Манна – Уитни, трех и более несвязанных выборок – критерий Краскела – Уоллиса, являющийся непараметрической альтернативой однофакторному дисперсионному анализу.

При количественных показателях, имеющих нормальное распределение, проводили расчет средних арифметических величин (*M*) и стандартных отклонений (*SD*). При сравнении средних величин двух несвязанных выборок рассчитывали *t*-критерий Стьюдента, для трех и более несвязанных выборок использовали однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты

Анализ функциональных исходов хирургических вмешательств (табл. 3). Исход операций оценен как благоприятный у 92 (76,7 %) пациентов, как неблагоприятный – у 28 (23,3 %).

Анализ типов проведенных хирургических вмешательств показал статисти-

Таблица 2

Параметры исследования и критерии оценки когорты пациентов

Параметры	Критерии оценки
Моторный статус и нарушение чувствительности	Парез/паралич нижних конечностей по шкале Frankel. Уровень нарушения чувствительности. Оценка уровня спастичности по Ashworth
Уродинамический дефицит	Оценка контроля мочеиспускания (недержание/задержка мочи). Изменение тонуса мочевого пузыря по данным комплексного уродинамического исследования
Деформации опорно-двигательного аппарата	Наличие вывиха бедра/обеих бедер. Величина деформации позвоночника в сагиттальной плоскости. Прогрессирование деформаций стоп (эквино-каво-варусная, плоско-варусная деформация стоп, пяточные деформации и эквино-вальгусные стопы и их варианты). Прогрессирование контрактур крупных суставов нижних конечностей
МРТ головного и спинного мозга	Дистопия конуса спинного мозга. Наличие сирингомиелии. Наличие миелопатии. Липома терминальной нити, утолщение терминальной нити 2 мм и более. Верификация новых липом, дермальных синусов

Таблица 3

Функциональные исходы в группах, n (%)

Переменные	Все (n = 120)	Благоприятный исход (0); n = 92	Неблагоприятный исход (1); n = 28	p
Группа 1	53 (44,2)	36 (39,0)	17 (61,0)	0,044
Группа 2	27 (22,5)	25 (27,0)	2 (7,0)	0,036
Группа контроля	40 (33,3)	31 (34,0)	9 (32,0)	1,000

стически значимые различия в частоте неблагоприятных исходов в зависимости от вида операции.

Редететеринг ассоциировался с более высоким риском неблагоприятного исхода, в то время как укорачивающая вертебротомия показала статистически значимо лучший исход.

Нозологическая структура. Анализ структуры исходного диагноза не выявил статистически значимых различий между исследуемыми группами по типам дизрафии и нейро-сегментарному уровню поражения по Sharrard [11] (табл. 4) и нозологической структуре (табл. 5; $p = 0,293$).

При индивидуальном анализе каждого типа диагнозов (менингоцеле, менингомиелоцеле, менингомиелорадикулоцеле и липоменингоцеле) статистически значимых различий также не выявлено.

Кратность оперативных вмешательств. Анализ количества проведенных вмешательств по устранению фиксированного спинного мозга не показал статистически значимых различий между группами ($p = 0,958$). Из 120 пациентов редететеринг фиксированного спинного мозга не проводился у 58 (48,3 %) пациентов, однократный дететеринг выполнен в 52 (43,3 %) случаях, двукратный – в 10 (8,3 %).

В группе с благополучным исходом редететеринг не проводился у 44 (48,0 %) пациентов, однократный

Таблица 4

Характеристика групп по нейросегментарному уровню поражения по Sharrard [11]

Нейросегментарный уровень	Мышечная сила	Группа 1 (n = 53)	Группа 2 (n = 27)	Группа контроля (n = 40)	Всего
Грудной (Th)	Отсутствие мышечной активности нижних конечностей; отсутствие способности приподнять таз над опорной поверхностью в горизонтальном положении	0	12	5	17
L ₁ –L ₂	Отсутствие активного разгибания в коленном суставе; сила сгибателей бедра (приводящих мышц) <2 баллов; поднятие таза (3–4 балла)	2	13	3	18
L ₃ –L ₄	Сила сгибателей бедра (4–5 баллов); сила сгибателей голени (менее 3 баллов); сила разгибателей и отводящих мышц бедра (1–2 балла)	16	2	15	33
L ₅ –S ₁	Сила подошвенных сгибателей стопы (<3 баллов); сила сгибателей голени (3 балла); сила разгибателей и/или отводящих мышц бедра (2–3 балла)	26	0	17	43
S ₂	Сила подошвенных сгибателей стопы (4–5 баллов)	6	0	3	9

Таблица 5

Структура исходного диагноза в группах, n (%)

Исходный диагноз	Все (n = 120)	Благоприятный исход (0); n = 92	Неблагоприятный исход (1); n = 28	p
Менингоцеле	33 (27,5)	29 (32,0)	4 (14,0)	0,092
Менингомиелоцеле	24 (20,0)	18 (20,0)	6 (21,0)	0,793
Менингомиелорадикулоцеле	42 (35,0)	31 (34,0)	11 (39,0)	0,653
Липоменингоцеле	21 (17,5)	14 (15,0)	7 (25,0)	0,260

дететеринг выполнен в 40 (43,0 %) случаях, двукратный – в 8 (9,0 %). В группе с неблагоприятным исходом соответствующие показатели были следующими: отсутствие дефиксации – 14 (50,0 %), однократный дететеринг – 12 (43,0 %), двукратный – 2 (7,0 %).

Моторный статус и нарушения чувствительности. Оценка моторного статуса по шкале Ashworth до операции не выявила статистически значимых различий между группами ($p = 0,472$). Аналогично между груп-

пами не различалась и частота нарушений чувствительности ($p = 0,466$; табл. 6).

Нарушения функций тазовых органов. Выявлены статистически значимые различия в типах нарушений функции тазовых органов ($p < 0,001$). В группе контроля была наибольшая доля пациентов с атоническим типом дисфункции мочевого пузыря (67,0 %; табл. 7).

Деформации опорно-двигательного аппарата. Деформации позво-

ночника выявлены у 72 (60,0 %) пациентов из 120 обследованных. В группе с благоприятным исходом частота деформаций позвоночника составила 58,0 % (53 из 92 пациентов), в группе с неблагоприятным исходом – 68,0 % (19 из 28 пациентов); $p < 0,001$. Статистически значимых различий между группами по частоте деформаций позвоночника не обнаружено ($p = 0,332$; табл. 8).

При анализе патологии нижних конечностей статистически значимые различия выявлены для деформации голени ($p = 0,019$) и вывиха бедра ($p = 0,001$). Вывих бедра наблюдался у 39,0 % пациентов с неблагоприятным исходом против 11,0 % в группе благоприятного исхода (табл. 9, рис. 1).

МР-признаки СНСМ. Анализ МР-признаков СНСМ представлен в табл. 10 и на рис. 2.

Единственным статистически значимым различием между группами было утолщение терминальной нити 2 мм и более ($p = 0,042$), которое чаще встречалось в группе благоприятного исхода (39,0 % против 18,0 %). Дистопия конуса спинного мозга ниже уровня L₁–L₂ наблюдалась у 100 % пациентов в обеих группах, что соответствовало критериям включения в исследование.

Обсуждение

Обследование 120 пациентов с СНСМ при спинальной дизрафии позволяет существенно расширить понимание клинико-лучевых критериев данного состояния и их значимости для прогнозирования исходов различных хирургических вмешательств.

Полученные результаты убедительно демонстрируют парадоксальную закономерность: несмотря на исходно более тяжелое состояние пациентов, подвергшихся укорачивающей вертебротомии, именно эта группа показала лучшие отдаленные функциональные исходы. Данный феномен может объясняться фундаментальными различиями в механизмах действия хирургических методов на СНСМ. Укорачивающая вертебротомия направлена

Таблица 6

Распределение пациентов в соответствии с неврологическим статусом, оцененным по Ashworth, n (%)

Переменные	Все ($n = 120$)	Группа 1 ($n = 53$)	Группа 2 ($n = 27$)	Группа контроля 3 ($n = 40$)	Попарное сравнение
Нет (0)	27 (22,5)	15 (28,0)	0 (0,0)	12 (30,0)	$p_{1-3} < 0,001$
Парез (1)	48 (40,0)	20 (38,0)	5 (19,0)	23 (57,0)	$p_{2-3} < 0,001$
Плегия (2)	45 (37,5)	18 (34,0)	22 (81,0)	5 (12,0)	$p_{1-2} = 0,018$

Таблица 7

Распределение пациентов по типам нарушений функции тазовых органов, n (%)

Переменные	Все ($n = 120$)	Группа 1 ($n = 53$)	Группа 2 ($n = 27$)	Группа контроля 3 ($n = 40$)	Попарное сравнение
Гипертонический мочевой пузырь	53 (44,2)	30 (57,0)	7 (26,0)	16 (40,0)	$p_{1-3} = 0,245$
Гипотонический мочевой пузырь	35 (29,2)	17 (32,0)	2 (7,0)	16 (40,0)	$p_{2-3} = 0,243$
Атонический мочевой пузырь	32 (26,7)	6 (11,0)	18 (67,0)	8 (20,0)	$p_{1-2} = 0,247$

Таблица 8

Структура деформаций позвоночника в сагиттальной плоскости в исследуемых когортах, n (%)

Переменные	Все ($n = 72$)	Группа 1 ($n = 16$)	Группа 2 ($n = 29$)	Группа контроля ($n = 27$)
Кифоз I степени	11 (15,20)	2 (12,50)	0 (0,00)	9 (33,33)
Кифоз II степени	12 (16,30)	2 (12,50)	0 (0,00)	10 (37,03)
Кифоз III степени	17 (23,20)	5 (31,25)	8 (27,50)	4 (14,80)
Кифоз IV степени	22 (30,00)	6 (37,50)	16 (55,17)	2 (7,40)
Гиперлордоз	10 (12,20)	1 (6,25)	5 (17,10)	2 (7,40)

Таблица 9

Структура деформации стоп и вывиха бедер в исследуемых группах, n (%)

Переменные	Все (n = 120)	Группа 1 (n = 53)	Группа 2 (n = 27)	Группа контроля 3 (n = 40)	p	Попарное сравнение
Общее число деформаций нижних конечностей	70 (58,0)	16 (30,2)	27 (100,0)	27 (67,5)	<0,001*	$p_{1-2} < 0,001^*$
Без деформации стоп	42 (35,0)	22 (42,0)	11 (41,0)	9 (22,0)	0,127	$p_{1-2} = 0,054$ $p_{1-3} = 0,110$ $p_{2-3} = 0,947$
Эквино-поло-варусная деформация	48 (40,0)	7 (13,0)	15 (56,0)	26 (65,0)	<0,001*	$p_{1-2} < 0,001^*$ $p_{1-3} = 0,436$ $p_{2-3} < 0,001^*$
Эквино-вальгусная деформация стоп	12 (10,0)	10 (19,0)	1 (4,0)	1 (2,0 %)	0,016*	$p_{1-2} = 0,016^*$ $p_{1-3} = 0,776$ $p_{2-3} = 0,063$
Плоско-вальгусная деформация	18 (15,0)	14 (26,0)	0 (0,0)	—	0,004*	$p_{1-2} = 0,047^*$ $p_{1-3} = 0,090$ $p_{2-3} = 0,003^*$
Вывих тазобедренного сустава	20 (16,7)	7 (13,0)	4 (15,0)	—	0,472	$p_{1-2} = 0,240$ $p_{1-3} = 0,435$ $p_{2-3} = 0,844$

* Статистически достоверные различия.

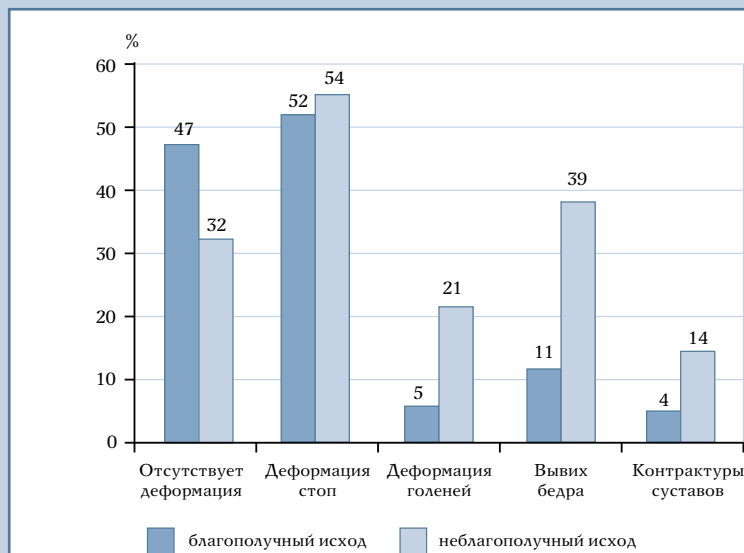


Рис. 1

Деформация конечностей в исследуемых когортах

на устранение дисбаланса между длиной позвоночного столба и спинного мозга без непосредственных манипуляций с нервной тканью. Напротив,

микрохирургический редететеринг предполагает прямое воздействие на фиксированные нервные структуры, при этом, во-первых, операция

сопряжена с риском дополнительной травматизации уже измененной нервной ткани, во-вторых, после мобилизации спинного мозга существует вероятность формирования новых спаек и рубцов, что может приводить к рецидиву фиксации. Кроме того, показания к редететерингу нередко определяются не четкими критериями, а экспертным мнением.

Важно, на наш взгляд, возраст проведения укорачивающей вертебротомии – первые шесть лет жизни. Этот период характеризуется максимальной пластичностью нервной системы и способностью к адаптации, что может объяснять лучшие функциональные результаты. Ранее устранение механического натяжения позволяет предотвратить прогрессирование вторичных изменений и сохранить потенциал для восстановления нарушенных функций спинного мозга.

Важное значение имеют выявленные различия в частоте ортопедических деформаций нижних конечностей. Нейрогенные вывихи бедер и деформации стоп, значимо чаще встречающиеся в группе неблагопо-

Таблица 10

Анализ исходов по МР-признакам синдрома натяжения спинного мозга в исследуемых когортах, n (%)

Переменные	Все (n = 120)	Благоприятный исход (0); n = 92	Неблагоприятный исход (1); n = 28	p
Гидроцефалия	37 (30,8)	29 (32,0)	8 (29,0)	0,820
Дистопия конуса спинного мозга ниже уровня L ₁ –L ₂	120 (100,0)	92 (100,0)	28 (100,0)	1,000
Сирингомиелия	56 (46,7)	47 (51,0)	9 (32,0)	0,079
Липома терминальной нити	29 (24,2)	26 (28,0)	3 (11,0)	0,077
Утолщение терминальной нити 2 мм и более	41 (34,2)	36 (39,0)	5 (18,0)	0,042*
Синдром каудальной регрессии	37 (30,8)	27 (29,0)	10 (36,0)	0,641
Дистопия миндалик мозжечка	56 (46,7)	44 (48,0)	12 (43,0)	0,644

* Статистически достоверные различия.

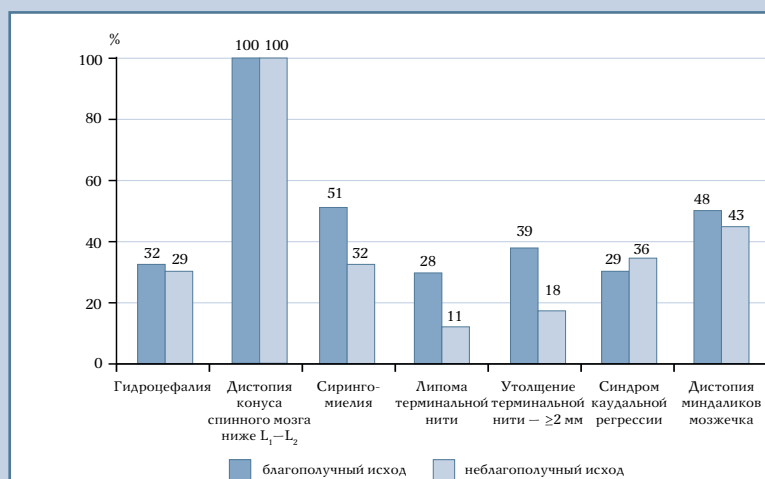


Рис. 2

МР-признаки синдрома натяжения спинного мозга в исследуемых когортах

лучного исхода, могут служить клиническими маркерами тяжести поражения нервных структур, уровня моторного дефицита и спастичности. Косвенно отражая степень нарушения иннервации мышц нижних конечностей, они могут использоваться для стратификации риска при планировании хирургического лечения.

Среди МР-признаков СНСМ особый интерес представляет парадоксальная ассоциация утолщения терминальной нити с благополучным исходом. Это может указывать на то, что локализованная патология терминальной нити представляется более благоприятной

по сравнению с диффузными изменениями спинного мозга: утолщенная терминальная нить более доступна для мини-инвазивной хирургической коррекции и менее связана с обширными, в том числе рубцовыми, изменениями.

Отсутствие статистических различий в структуре исходного диагноза между группами подчеркивает приоритет функциональных критериев над морфологическими в прогнозировании исходов. Это может свидетельствовать о том, что тип спинальной дизрафии сам по себе не является определяющим фактором

прогноза, а ключевую роль играют степень функциональных нарушений и выбранная стратегия лечения.

Методологические сложности оценки СНСМ, выявленные в исследовании, подчеркивают необходимость разработки комплексных диагностических критериев. Гетерогенность клинических проявлений, возрастная динамика симптомов и отсутствие золотого стандарта диагностики создают значительные трудности для унифицированной оценки состояния. Междисциплинарный характер проблемы требует интеграции неврологических, ортопедических, урологических и нейровизуализационных данных в единую систему принятия решений.

Полученные результаты обосновывают необходимость пересмотра традиционных подходов к лечению СНСМ. Преимущества укорачивающей вертебротомии, особенно при раннем выполнении, должны учитываться при разработке алгоритмов хирургического лечения. Одновременно важно развитие моделей прогноза исходов вмешательств, включающих клинические и инструментальные параметры.

Ограничения исследования. Методология настоящего исследования предусматривала строгую селекцию материала: предметом анализа служили исключительно вопросы, связанные с диагностикой (включая критерии натяжения) и хирургическим лечением синдрома вторичной фиксации

спинного мозга. В связи с этим исследование по пренатальной коррекции данной патологии были исключены из рассмотрения.

Представленные результаты следует оценивать с учетом ключевой проблемы рассматриваемой патологии – отсутствия масштабных исследований высокого уровня доказательности и устоявшихся экспертных соглашений, что обуславливает репрезентативность доступных данных и валидность итоговых заключений.

Заключение

В ходе исследования получены новые данные о диагностических критериях и прогностических факторах СНСМ при спинальной дизрафии у детей:

– выявлена статистически значимая ассоциация редететеринга с риском неблагоприятного исхода, при этом укорачивающая вертебротомия демонстрирует их наименьшую частоту, что требует более тщательного анализа за их причин;

– ключевыми значимыми прогностическими факторами и, соответственно, маркерами для стратификации риска неблагоприятного исхода являются выраженные ортопедические деформации, включая деформации стоп и вывихи бедер, которые отражают тяжесть поражения нервных структур.

Ассоциация утолщения терминальной нити с более благоприятным исходом указывает на то, что локализованная патология по сравнению

с диффузными изменениями представляет более благоприятную форму СФСМ, что важно учитывать при планировании хирургической тактики.

Полученные результаты позволяют рекомендовать пересмотр традиционных подходов к лечению СНСМ при спинальной дизрафии с целью персонализации и унификации подходов к лечению. Методологические сложности оценки синдрома, связанные с гетерогенностью клинических проявлений и отсутствием золотого стандарта диагностики, определяют необходимость разработки комплексных диагностических критериев, интегрирующих неврологические, ортопедические, урологические и нейровизуализационные данные.

Литература/References

1. **Weisbrod IJ, Thorell W.** *Tethered Cord Syndrome (TCS)*. Treasure Island (FL). StatPearls Publishing, 2025. [Electronic resource]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK585121>. Accessed on 2023 Jul 31.
2. **Хачатрян В.А., Сысоев К.В.** Об актуальных проблемах патогенеза, диагностики и лечения синдрома фиксированного спинного мозга (аналитический обзор). *Нейрохирургия и неврология детского возраста*. 2014;(3):76. [Khachatryan VA, Sysoev K. Current issues of pathogenesis, diagnostics and treatment of the tethered spinal cord syndrome (analytical review). *Neurosurgery and Neurology of Childhood*. 2014;(3):76]. EDN: SYOZVH
3. **Lima R, Monteiro A, Salgado AJ, Monteiro S, Silva NA.** Pathophysiology and therapeutic approaches for spinal cord injury. *Int J Mol Sci*. 2022;23:13833. DOI: 10.3390/ijms232213833
4. **Рябых С.О., Горчаков С.А., Калашников А.А.** Синдром фиксированного спинного мозга при spina bifida: клинико-лучевая характеристика и показания к оперативному вмешательству (систематический обзор литературы). *Хирургия позвоночника*. 2024;21(1):27–34. [Ryabukh SO, Gorchakov SA, Kalashnikov AA. Tethered spinal cord syndrome associated with spina bifida: clinical and radiological characteristics and indications for surgery (systematic review of the literature). *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonocznika)*. 2024;21(1):27–34]. DOI: 10.14531/ss2024.1.27-34 EDN: HHGVIT
5. **Сысоев К.В., Тадевосян А.Р., Назинкина Ю.В., Хачатрян В.А.** Результаты хирургического лечения детей с синдромом фиксированного спинного мозга. Прогноз на основании данных спинальной 3Тл МРТ-трактографии. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2016;80(3):66–73. [Sysoev KV, Tadevosyan AR, Nazinkina YuV, Khachatryan VA. Surgical treatment outcomes in children with tethered spinal cord syndrome. A prognosis on the basis of spinal 3T MRI tractography. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2016;80(3):66–73]. EDN: WDOXAH
6. **Warder DE.** Tethered cord syndrome and occult spinal dysraphism. *Neurosurg Focus*. 2001;10:e1. DOI: 10.3171/foc.2001.10.12
7. **Магомедов Ш.Ш., Татаринцев А.П., Сысоев К.В., Докиш М.Ю.** Значение растяжения спинного мозга в формировании спондилогенной цервикальной миелопатии на фоне кифотической деформации позвоночника. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2018;82(5):62–68. [Magomedov ShSh, Tatarintsev AP, Sysoev KV, Dokish MYu. The effect of spinal cord stretching on development of spondylogenic cervical myelopathy associated with kyphotic spinal deformity. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2018;82(5):62–68]. DOI: 10.17116/neiro20188205162 EDN: VLFVCO
8. **Hussein NA, Ahmed KA, Osman NM, Yacoub GEE.** Role of ultrasonography in screening of spinal dysraphism in infants at risk. *Egypt J Radiol Nucl Med*. 2022;53:46. DOI: 10.1186/s43055-022-00722-2
9. **Абдуллаев Д.Е., Югай И.А., Ахмедиев М.М., Эргашев О.Ф.** Особенности хирургического лечения пациентов с синдромом фиксированного спинного мозга при закрытом спинальном дизрафизме. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2022;17(2):32–35. [Abdullaev DE, Yugay IA, Ahmediyev MM, Ergashev OF. Features of surgical treatment of the fixed spinal cord syndrome with closed spinal dysraphism in infants at risk. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2022;17(2):32–35]. DOI: 10.25881/20728255_2022_17_2_32 EDN: OQMVRR
10. **Еликбаев Г.М.** Результаты нейрохирургических вмешательств у детей со спинальными дизрафиями и методика оценки исходов. *Медицина и качество жизни*. 2011;(4):22–23. [Elikbaev GM. Results of neurosurgical interventions in children with spinal dysraphism and outcome assessment methods. *Medicine and Quality of Life*. 2011;(4):22–23].
11. **Sharrard WJ.** Spinal osteotomy for congenital kyphosis in myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br*. 1968;50:466–471.

Статья поступила в редакцию 16.12.2025

Рецензирование пройдено 06.05.2026

Подписано в печать 13.05.2025

Received 16.12.2025

Review completed 06.05.2026

Passed for printing 13.05.2025

Дополнительная информация

Вклад авторов. С.О. Рябых – осуществление общего научного руководства, проведение критической правки рукописи, уточнение формулировок, касающихся ортопедических вмешательств и диагностических критериев, утверждение финальной версии; А.А. Калашников – подготовка первоначального варианта рукописи (черновика), проведение обзора литературы, систематизация результатов обследований пациентов, участие в анализе данных, оформление итогового текста статьи; В.С. Климов – выполнение научного редактирования разделов, связанных с неврологическими и нейрохирургическими аспектами, предложение правок по интерпретации данных о синдроме фиксации спинного мозга, участие в обсуждении выводов; С.А. Горчаков – редактирование клинических разделов, касающихся нейрохирургического лечения, предоставление клинической базы (отделение нейрохирургии ДГКБ Св. Владимира), внесение замечаний по методологии. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Научно-исследовательского клинического института педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю.Е. Вельтищева, Москва (протокол заседания от 18.12.2025).

Согласие на публикацию. Все участники добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Сергей Олегович Рябых, д-р мед. наук; eLibrary SPIN: 6382-1107; ORCID: 0000-0002-8293-0521; rso_@mail.ru

✉ Алексей Андреевич Калашников; Россия, 107014, Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, 1/3, корп. 8; ORCID: 0009-0009-2987-7950; glandibula@gmail.com

Владимир Сергеевич Климов, д-р мед. наук; eLibrary SPIN: 1333-2654; ORCID: 0000-0002-9096-7594; vsklimov72@gmail.com

Сергей Александрович Горчаков, канд. мед. наук; ORCID: 0000-0003-0795-6921; sagorchakov@mail.ru

Authors' Info

Sergey Olegovich Ryabikh, MD, Dr. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 6382-1107; ORCID: 0000-0002-8293-0521; rso_@mail.ru

✉ Aleksey Andreevich Kalashnikov; 1/3, bldg. 8 Rubtsovsko-Dvortsovaya str., Moscow, 107014, Russia; ORCID: 0009-0009-2987-7950; glandibula@gmail.com

Vladimir Sergeevich Klimov, MD, Dr. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 1333-2654; ORCID: 0000-0002-9096-7594; vsklimov72@gmail.com

Sergey Alexandrovich Gorchakov, MD, Cand. Sci. (Medicine); ORCID: 0000-0003-0795-6921; sagorchakov@mail.ru