



ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ КАУДАЛЬНОЙ РЕГРЕССИИ: СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

О.М. Сергеев, Е.Н. Щурова, Т.И. Долганова, Ю.С. Арестова, М.С. Сайфутдинов
Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Россия

Цель исследования. Анализ и обобщение данных современной литературы по вопросам оперативного лечения и естественного течения патологии позвоночника и спинного мозга у пациентов с различными типами синдрома каудальной регрессии (СКР).

Материал и методы. Выполнен систематизированный обзор литературы по теме лечения патологии позвоночника и спинного мозга у пациентов с СКР. Критерии отбора: статьи за 2002–2022 гг., оригинальные исследования групп пациентов/пациентов с различными формами СКР с описанием методов лечения и отдаленных результатов лечения или наблюдения. Проанализировано 28 статей на тему лечения различных форм СКР с описанными результатами лечения 212 пациентов: 29 пациентов с СКР в сочетании с открытыми дефектами невральнoй трубки, 183 — с закрытыми формами СКР. Критерии оценки: количество пациентов, пол, вид патологии спинного мозга, вид сакральной агенезии, наличие деформации позвоночника и нижних конечностей, сопутствующая патология, проведенные операции и их осложнения, результаты.

Результаты. Исследуемым пациентам выполняли следующие операции на позвоночнике и спинном мозге: дефиксацию спинного мозга, коррегирующие и стабилизирующие операции на позвоночнике, пластику спинно-мозговой грыжи, пластику терминального менингоцеле и удаление пресакрального объемного образования. Наибольшее количество осложнений возникло после операций на позвоночнике и крестце. Большинство пациентов (67 %) с агенезией крестца к концу времени наблюдения (в среднем к 14 годам) ходили самостоятельно или с помощью приспособлений, а меньшая их часть (33 %) не могла ходить. Более половины больных с СКР (67 %) имели нейрогенный мочевого пузырь, недержание мочи или страдали хронической инфекцией мочевыводящих путей. Недержание кала или запоры встречались реже (46 %).

Заключение. Пациенты с СКР имеют хороший потенциал для улучшения/восстановления ходьбы и нарушения функции тазовых органов. Крайне важно своевременно проводить комплексное лечение пациентов с СКР, имеющих нейрохирургические, ортопедические, урогенитальные и колоректальные проблемы, начинать раннюю двигательную реабилитацию и физиотерапию.

Ключевые слова: синдром каудальной регрессии, патология позвоночника и спинного мозга, агенезия крестца, нарушения функции тазовых органов.

Для цитирования: Сергеев О.М., Щурова Е.Н., Долганова Т.И., Арестова Ю.С., Сайфутдинов М.С. Лечение пациентов с синдромом каудальной регрессии: систематизированный обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 2. С. 21–31.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.2.21-31>.

TREATMENT OF PATIENTS WITH CAUDAL REGRESSION SYNDROME: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

O.M. Sergeenko, E.N. Shchurova, T.I. Dolganova, Yu.S. Arestova, M.S. Saifutdinov

National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Objective. To analyze and summarize the data of modern literature on the issues of surgical treatment and natural course of the spine and spinal cord pathology in patients with various types of caudal regression syndrome (CRS).

Material and Methods. A systematic review of the literature on the issue of treatment of the spine and spinal cord pathology in patients with CRS was performed. Selection criteria were: articles for the period 2002–2022, original studies of populations/patients with various forms of CRS with a description of treatment methods and long-term results of treatment or observation. A total of 28 articles on the treatment of various forms of CRS with the described results of treatment of 212 patients were analyzed: 29 patients with CRS in combination with open neural tube defects and 183 patients with closed forms of CRS. Evaluation criteria included number of patients, gender, type of spinal cord pathology, type of sacral agenesis, presence of the spine and lower extremities deformities, concomitant pathology, operations performed and their complications, and results.

Results. The studied patients underwent the following surgeries on the spine and spinal cord: untethering of the spinal cord, correction and stabilization surgeries on the spine, plasty of the spinal cord herniation, plasty of the terminal meningocele, and removal of the presacral volumetric mass. The greatest number of complications occurred after operations on the spine and sacrum. The majority of patients (67 %) with sacral agenesis by the end of the follow-up period (average 14 years) walked independently or with the help of devices, and

a minority of them (33 %) could not walk. More than half of patients with CRS (67 %) had a neurogenic bladder, urinary incontinence, or suffered from a chronic urinary tract infection. Fecal incontinence and constipation were less common (46 %).

Conclusions. Patients with CRS have a good potential for improvement/recovery of walking and pelvic organ dysfunction. This is extremely important to timely carry out multimodality treatment of patients with CRS who have neurosurgical, orthopedic, urogenital and colorectal problems in CRS, and to start early motor rehabilitation and physiotherapy.

Key Words: caudal regression syndrome, pathology of the spine and spinal cord, sacral agenesis, dysfunction of the pelvic organs.

Please cite this paper as: *Sergeenko OM, Shchurova EN, Dolganova TI, Arestova YuS, Saifutdinov MS. Treatment of patients with caudal regression syndrome: a systematic review of the literature. Hir. Pozvonoc. 2023;20(2):21–31. In Russian.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.2.21-31>.

Синдром каудальной регрессии (СКР) подразумевает наличие частичной или полной агенезии крестца, нередко с сопутствующими аномалиями таза, прямой кишки, мочеполовой системы, поясничного отдела позвоночника, нижних конечностей и каудального отдела спинного мозга [1]. Лечение пациентов с СКР – комплексное, включает в себя урологические, хирургические, нейрохирургические и ортопедические методики, зачастую «перекрывающиеся» между собой [2, 3].

Пороки развития спинного мозга при СКР включают в себя открытые дефекты невральнй трубки (миеломенингоцеле, миелошизис), липомы мозгового конуса и терминальной нити, пороки развития расщепленного спинного мозга (split cord malformation) и сигарообразный (тупооканчивающийся) конус спинного мозга [4]. В большинстве случаев дефекты невральнй трубки сочетаются с врожденными расстройствами мочеиспускания, обусловленными как миелодисплазией, так и синдромом фиксированного спинного мозга. Помимо этого, расстройство мочеиспускания может быть обусловлено сопутствующими пороками развития уrogenитальной системы (например, экстрофией мочевого пузыря). Поскольку СКР часто сопровождается пороками развития колоректальной и мочевыделительной систем, тактика лечения не всегда ясна. Миелодисплазия, синдром фиксированного спинного мозга, асимметрия нижних конечностей, аномалии позвоночника, асимметричная патология крестцово-подвздошных суставов – все это в равной степени может привести и к усугублению деформаций нижних конечностей, и к сколиозу.

Основные вопросы данного исследования: каковы отдаленные результаты лечения и наблюдения пациентов с СКР, как улучшить их функциональное состояние и удовлетворенность жизнью.

Цель исследования – анализ и обобщение данных современной литературы по вопросам оперативного лечения и естественного течения патологии позвоночника и спинного мозга у пациентов с различными типами СКР.

Материал и методы

Выполнен систематизированный обзор литературы по теме СКР.

Критерии отбора: статьи за 2002–2022 гг., оригинальные исследования групп пациентов/пациентов с различными формами СКР с описанием методов лечения и отдаленных результатов.

Использованные поисковые запросы на русском и английском языках были следующие: синдром каудальной регрессии, агенезия крестца, синдром Куррарино, caudal regression, sacral agenesis, Currarino syndrome. Поиск осуществляли по базам данных eLibrary, Google Scholar, PubMed.

При анализе литературы обнаружили 241 статью на тему СКР. Из их числа были удалены обзоры, аналитические статьи, экспертные мнения, дубликаты, исследования на животных, статьи без описания методов и результатов лечения, без минимального периода наблюдения. В итоге отобрали 28 статей по теме лечения различных форм СКР, в которых описаны результаты лечения 212 пациентов: 97 (46 %) мужского пола и 115 (54 %) – женского.

Критерии оценки: количество пациентов, пол, вид патологии спин-

ного мозга, вид сакральной агенезии, наличие деформации позвоночника, сопутствующая патология, проведенные операции и их осложнения, результаты.

Результаты

Общая информация и естественное течение

Из 212 описанных пациентов 29 (14 %) имели СКР в сочетании с открытыми дефектами невральнй трубки [5, 6], 183 (86 %) – закрытые формы СКР [2, 5–29] (табл. 1). Гемисакрум (Renshaw I, Pang IV типы сакральной агенезии) описан у 66 (31 %) пациентов, частичная агенезия крестца ниже S₁ (Renshaw II, Pang III) – у 95 (45 %), полная сакральная или люмбосакральная агенезия (Renshaw III–IV, Pang II) – у 51 (24 %). Сигаровидный конус спинного мозга встретился в 26 (12 %) случаях, фиксация спинного мозга на фоне закрытого дефекта невральнй трубки – в 42 (20 %), синдром Куррарино (как минимум 2 из следующих признаков: агенезия крестца, пресакральная масса и аноректальная мальформация) – в 16 (8 %), VACTERL-ассоциация (как минимум 3 из обязательных признаков) – в 11 (5 %), сиреномелия – в 3 (1,4 %).

В трех случаях пациенты с синдромом Куррарино перенесли спонтанные острый менингит и интрадуральные абсцессы с появлением парапареза [9, 16, 18].

Гидроцефалия описана в 15 случаях, в основном на фоне открытых дефектов невральнй трубки (табл. 2). Деформации позвоночника включали в себя сколиоз (84 пациента) и патологический кифоз (39 пациентов).

Таблица 1
Характеристика пациентов с синдромом каудальной регрессии (по данным литературы), n

Автор	Год	Пациенты	Муж.	Жен.	Типы сакральной агенезии			ОДНТ	Сигаро- видный конус	ФСМ + ЗНТ	Синдром Куррарино	VACTERL	Сиреномелия
					Renshaw I/ Pang IV	Renshaw II/ Pang III	Renshaw III-IV/ Pang I-II						
Baloglu et al. [5]	2016	38	13	25	19	15	4	19	NA	4	0	4	1
Bray et al. [7]	2017	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Caird et al. [8]	2007	16	10	6	1	4	11	9	NA	NA	0	1	0
Emami-Naeini et al. [6]	2010	50	24	26	14	31	5	0	11	NA	0	1	0
Esposito et al. [10]	2022	6	5	1	0	0	6	0	6	0	0	2	2
Ferland et al. [11]	2015	6	3	3	3	0	3	0	NA	NA	0	NA	0
Gillis et al. [12]	2013	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Graul et al. [13]	2019	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Griffet et al. [14]	2010	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Kanbara et al. [15]	2020	2	2	0	0	0	2	0	NA	0	0	0	0
Kang et al. [17]	2021	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Kansal et al. [18]	2011	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Kilickesmez et al. [19]	2006	2	1	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0
Martucciello et al. [20]	2004	6	1	5	5	1	0	0	NA	4	0	0	NA
Zhang et al. [26]	2018	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa et al. [21]	2011	5	2	3	5	0	0	0	NA	NA	0	0	0
Morimoto et al. [22]	2015	2	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0
Salsi et al. [23]	2020	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Sen et al. [2]	2007	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Szumera et al. [24]	2018	2	1	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0
Vissartopov et al. [25]	2019	12	8	4	0	0	12	0	NA	NA	0	NA	0
Zhang et al. [27]	2021	24	14	10	18	6	0	0	NA	0	0	NA	0
Cearns et al. [9]	2018	10	4	6	0	10	0	0	0	10	10	0	0
Isik et al. [16]	2009	4	2	2	0	4	0	0	0	4	4	0	0
Kemp et al. [29]	2014	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Lee et al. [28]	2012	14	4	10	0	14	0	0	0	12	0	1	0
Колесов с соавт. [30]	2016	2	0	2	0	0	2	0	1	1	0	0	0
Семенов с соавт. [31]	2014	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Общее количество	—	212	97	115	66	95	51	28	26	42	16	11	3

ОДНТ — открытый дефект нервной трубки; ФСМ — фиксация спинного мозга; ЗНТ — закрытые дефекты нервной трубки; VACTERL — Vertebral anomalies, Anal atresia, Cardiac malformations, Trachea-Esophageal fistula, Renal anomalies, and Limb abnormalities; NA — нет данных.

О.М. СЕРГЕЕНКО И ДР. ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ КАУДАЛЬНОЙ РЕГРЕССИИ: СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ
O.M. SERGEENKO ET AL. TREATMENT OF PATIENTS WITH CAUDAL REGRESSION SYNDROME: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

Таблица 2
Сопутствующие патологии у пациентов с синдромом каудальной регрессии (по данным литературы), n

Автор	Год	Паци- енты	ГЦ	Сколиоз	Патологи- ческий кифоз	Патология бедренного сустава	Патология коленного сустава	Патология голеностоп- ного сустава	Значительная разница в длине конечностей	Аноректальная аномалия	Аномалия мочеполовой системы	Аномалия сердца
Baloglu et al. [5]	2016	38	8	23	20	20	4	21	15	23	24	8
Bray et al. [7]	2017	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Caird et al. [8]	2007	16	1	5	NA	0	0	6	0	2	9	1
Emami-Naeini et al. [6]	2010	50	4	13	NA	1	NA	1	NA	11	2	2
Eposito et al. [10]	2022	6	0	2	0	1	0	4	0	1	4	1
Ferland et al. [11]	2015	6	0	4	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Gillis et al. [12]	2013	1	0	1	0	NA	NA	1	0	1	1	0
Graul et al. [13]	2019	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Griffet et al. [14]	2010	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Kanbara et al. [15]	2020	2	1	2	1	1	0	1	0	1	0	0
Kang et al. [17]	2021	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Kansal et al. [18]	2011	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Kilickesmez et al. [19]	2006	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
Martucciello et al. [20]	2004	6	0	1	NA	NA	NA	NA	NA	6	5	0
Zhang et al. [26]	2018	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesa et al. [21]	2011	5	0	5	0	0	0	5	4	NA	NA	NA
Morimoto et al. [22]	2015	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0
Salsi et al. [23]	2020	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Sen et al. [2]	2007	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Szumera et al. [24]	2018	2	0	1	2	1	2	2	0	0	1	0
Vissarionov et al. [25]	2019	12	0	0	12	11	7	12	NA	NA	NA	NA
Zhang et al. [27]	2021	24	0	24	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cearns et al. [9]	2018	10	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6	4	0
Isik et al. [16]	2009	4	1	NA	NA	0	0	1	0	4	0	0
Kemp et al. [29]	2014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lee et al. [28]	2012	14	0	0	0	0	0	0	0	8	6	1
Колесов с соавт. [30]	2016	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Семенов с соавт. [31]	2014	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1
Общее количество	—	212	15	84	39	41	16	62	22	69	61	15

ГЦ — гидроцефалия; NA — нет данных.

У 41 пациента была патология бедренных суставов, у 16 – коленных, у 62 – голеностопных суставов и деформация стоп, у 25 – значительная разница в длине конечностей. Аноректальные аномалии, включающие в себя анальную атрезию и стеноз, были у 69 пациентов, аномалии мочеполовой системы – у 61, аномалии сердца – у 15.

Хирургическое лечение

Большинство пациентов с СКР перенесли следующие хирургические вмешательства на позвоночнике и спинном мозге: дефиксацию спинного мозга [19, 20, 30], позвоночно-тазовую фиксацию, коррекцию крестцово-подвздошной дислокации или коррекцию деформации позвоночника [11, 21, 23–26, 30, 31], пластику врожденной спинно-мозговой грыжи [5, 6], пластику терминального менингоцеле или удаление пресакрального объемного образования [9, 16, 28, 29].

Из сопутствующих операций выполняли коррекцию деформаций нижних конечностей [21, 23, 24, 31], колоректальные операции [5, 6, 8, 9, 20, 28, 31], операции на урогенитальной системе [5, 6, 8, 9, 19, 20, 28] и на сердце [2, 5, 6, 8, 10, 28, 31] (табл. 3). Ни одной операции за период наблюдения не было описано только у четырех пациентов из 212.

В первые дни жизни пациентам с СКР выполняли следующие операции: пластику врожденной спинно-мозговой грыжи с ликвореей и колоректальную хирургию. Второй линией шли операции при гидроцефалии (в первые месяцы жизни у пациентов с открытыми спинальными дизрафиями), кистозных формах менингомиело- или менингоцеле без ликвореи (обычно в течение первого года жизни). После года проводили вторичную колоректальную пластику, реконструкцию мочевого пузыря и уретры. Ортопедические операции и дефиксацию спинного мозга начинали выполнять с двухлетнего возраста и продолжали, как правило, до завершения активного роста. После пубертата информации об операциях в литературе мало:

средний возраст на момент окончания наблюдения – 170 мес. (14 лет).

Осложнения

Количество описанных осложнений при дефиксации спинного мозга при СКР относительно невелико (описано 70 процедур дефиксации при СКР в табл. 3); Gills et al. [12] описали всего 6 осложнений, а именно проблемы с заживлением раны, раневую ликворею и раневую инфекцию.

Наибольшее количество осложнений возникало после операций на позвоночнике и крестце (табл. 4): 47 осложнений после 109 операций [5, 6, 8, 10–15, 20, 21, 23–27, 32]. Наиболее частым осложнением была несостоятельность костного блока, особенно при полной агенезии крестца и агенезии пояснично-крестцового отдела – 18 (54 %) случаев, затем инфекция области хирургического вмешательства – 10 (30 %) случаев, раневая ликворея – 3 (9 %) случая, другие проблемы с заживлением раны – 2 (6 %) случая.

Результаты лечения

Данные о функциональном статусе (FIM/weeFIM) пациентов с СКР представлены Baleoğlu et al. [5] в 2016 г., они сравнили функциональный статус среди 38 пациентов с СКР в сочетании с открытыми спинальными дизрафиями и закрытыми формами СКР: в среднем в возрасте 10 лет FIM составил 92 и 109 соответственно.

По данным литературы, большинство пациентов с агенезией крестца в итоге ходили самостоятельно или с помощью приспособлений – 118 (67 %) из 176 описанных случаев, а меньшинство из них не могло ходить – 58 (33 %) из 176 (табл. 4). Достаточно часто у пациентов с СКР при лечении встречается улучшение функции нижних конечностей и контроль над мочеиспусканием.

На основании анализа литературы можно сделать вывод о том, что более половины больных с СКР имели нейрогенный мочевой пузырь, недержание мочи или страдали хронической инфекцией мочевыводящих путей (121 (67 %) из описанных 180; табл. 4). Недержание кала или запоры встре-

чались реже, в основном у больных с открытыми дефектами невральнотрубки в сочетании с СКР или у больных после колоректальных операций (68 (46 %) из 148 описанных; табл. 4).

Хронические боли в ногах или спине при СКР редко описывались у детей, обычно были у взрослых пациентов [8, 12, 18, 22, 26].

В проанализированных источниках представлено 7 случаев умственной отсталости при СКР, почти все по неизвестным причинам [8, 9, 17].

Обсуждение

Этиология СКР

В ряде исследований описаны предположительные модифицируемые триггерные механизмы развития СКР: высокие дозы ретиноевой кислоты, гипер- и гипогликемия, гипоксия, применение стимулятора диэтилпропионгидрохлорид и гормональный дисбаланс [4]. Например, одно из исследований показало, что СКР имеет распространенность 1 : 10 000 живорождений в общей популяции и 1 : 350 у матерей с гестационным сахарным диабетом [4]. Также в литературе описана агенезия крестца при хромосомных aberrациях, например, при делеции 8p11.2, делеции 7q36 [33, 34], дупликации 3q26.32-q27.2 [35], трисомии 19q и моносомии 7q [13].

При синдроме Куррарино найдена связь с мутациями в гене *MNX1*. Анализируя описанные случаи синдрома Куррарино, следует отметить, что в большинстве случаев он включает в себя агенезию крестца ниже S₁, передний дефект крестца с пресакральным образованием (менингоцеле, тератома и др.) с фиксацией спинного мозга дистальными липомами и анальный стеноз/атрезию [9, 16, 28, 29]. Родители должны быть проинформированы врачом о возможном аутосомно-доминантном типе наследования в случаях наличия признаков у них или их ребенка синдрома Куррарино.

Другие гены, мутации которых могут быть ответственны за формирование каудальной агенезии, – *VANGL1*, *HOXD13*, *CDX2*, *TBXT* и *PTEN* [36, 37].

Таблица 3
Операции, выполненные пациентам с синдромом каудальной регрессии (по данным литературы), n

Автор	Год	Паци- енты	Пластика ОДНТ	Дефекция спинного мозга	ВПШ	Операция на ногах	Операция на позвоночнике и/ или тазе	Колоректальная хирургия	Генитоуринарная хирургия	Операции на сердце
Balioglu et al. [5]	2016	38	20	13	8	21	33	NA	NA	NA
Bray et al. [7]	2017	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Caird et al. [8]	2007	16	0	NA	1	4	5	2	10	1
Emami-Naeini et al. [6]	2010	50	9	19	4	NA	13	11	2	2
Espósito et al. [10]	2022	6	0	0	0	3	2	1	8	0
Ferland et al. [11]	2015	6	0	NA	NA	NA	4	NA	NA	NA
Gillis et al. [12]	2013	1	0	1	0	0	1	1	1	0
Graul et al. [13]	2019	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Griffet et al. [14]	2010	1	0	0	0	2	0	0	0	0
Kanbara et al. [15]	2020	2	0	0	1	0	2	2	0	0
Kang et al. [17]	2021	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Kansal et al. [18]	2011	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Kilickesmez et al. [19]	2006	2	0	2	0	0	0	3	0	0
Martucciello et al. [20]	2004	6	0	4	0	NA	1	8	2	0
Zhang et al. [26]	2018	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Mesa et al. [21]	2011	5	0	NA	NA	0	5	NA	NA	NA
Morimoto et al. [22]	2015	2	0	2	0	4	0	0	0	0
Salsi et al. [23]	2020	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Sen et al. [2]	2007	1	0	0	0	1	0	2	0	0
Szumera et al. [24]	2018	2	0	0	0	1	1	0	0	0
Vissarionov et al. [25]	2019	12	0	NA	NA	NA	12	NA	NA	NA
Zhang et al. [27]	2021	24	0	0	0	NA	24	NA	NA	NA
Cearns et al. [9]	2018	10	0	10	0	NA	NA	4	0	0
Isik et al. [16]	2009	4	0	4	1	0	NA	4	0	4
Kemp et al. [29]	2014	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Lee et al. [28]	2012	14	0	12	0	0	0	8	0	8
Колесов с соавт. [30]	2016	2	0	1	0	NA	2	0	0	0
Семенов с соавт. [31]	2014	1	0	0	0	2	1	1	0	1
Общее количество	—	212	29	70	15	39	109	48	23	16

ОНТД — открытый дефект невальной трубки; ВПШ — вентрикулперитонеальное шунтирование; NA — нет данных.

Таблица 4
Осложнения и результаты лечения пациентов с синдромом каудальной регрессии (по данным литературы), n

Автор	Год	Пациенты	Осложнения нейрохирургических операций	Осложнения спинальных операций	Осложнения операций на ногах	Прочие осложнения	Возраст на конец наблюдения, мес.	ЗПМР	Хронические боли	Не ходит	Ходит	NB/UI/CUI	Недержание каала или запоры
Balioglu et al. [5]	2016	38	NA	15	1	NA	121	0	NA	10	28	24	23
Bray et al. [7]	2017	1	0	0	0	0	36	0	0	0	1	0	0
Caird et al. [8]	2007	16	NA	0	0	NA	173	4	10	0	16	16	NA
Enami-Naeini et al. [6]	2010	50	0	NA	NA	NA	72	NA	2	23	21	30	12
Esposito et al. [10]	2022	6	0	0	0	0	163	NA	NA	5	1	6	6
Ferland et al. [11]	2015	6	NA	10	NA	NA	156	NA	NA	3	3	NA	NA
Gillis et al. [12]	2013	1	5	0	0	0	432	0	1	0	1	1	1
Graul et al. [13]	2019	1	0	1	0	0	220	0	0	0	1	0	0
Griffet et al. [14]	2010	1	0	1	0	0	168	0	0	1	0	1	1
Kanbara et al. [15]	2020	2	0	3	0	0	170	NA	NA	1	1	NA	NA
Kang et al. [17]	2021	1	0	0	0	0	60	1	0	0	1	1	1
Kansal et al. [18]	2011	1	1	0	0	0	540	0	1	0	1	0	1
Kilickesmez et al. [19]	2006	2	0	0	0	0	78	0	0	0	2	1	2
Martucciello et al. [20]	2004	6	NA	NA	NA	0	140	NA	NA	NA	NA	3	4
Zhang et al. [26]	2018	1	0	0	0	0	144	0	1	0	1	0	0
Mesa et al. [21]	2011	5	NA	1	0	NA	233	NA	NA	0	5	5	0
Morimoto et al. [22]	2015	2	0	0	0	0	192	0	2	0	2	0	0
Salsi et al. [23]	2020	1	0	1	0	0	384	NA	NA	1	0	1	1
Sen et al. [2]	2007	1	0	0	0	0	48	0	0	0	1	1	1
Szumera et al. [24]	2018	2	0	3	0	0	192	NA	NA	2	0	2	2
Vissarionov et al. [25]	2019	12	NA	5	NA	NA	48	NA	NA	12	0	12	12
Zhang et al. [27]	2021	24	0	7	NA	NA	166	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cearns et al. [9]	2018	10	1	0	NA	0	79	2	0	0	10	5	6
Isik et al. [16]	2009	4	1	0	0	0	71	0	NA	0	4	0	0
Kemp et al. [29]	2014	1	0	0	0	0	180	0	0	0	1	1	0
Lee et al. [28]	2012	14	0	0	0	0	120	NA	NA	0	14	10	NA
Колесов с соавт. [30]	2016	2	0	0	NA	NA	114	0	1	0	2	2	NA
Семенов с соавт. [31]	2014	1	NA	0	0	0	NA	0	0	0	1	1	1
Общее количество	—	212	8	47	1	0	170 (среднее)	7	18	58	118	121	68

ЗПМР — задержка психо моторного развития; NB — neurogenic bladder; UI — urinal incontinence; CUI — chronic urinal infection; NA — нет данных.

Варианты *VANGL1* ведут к возникновению синдрома Клиппеля – Фейля в сочетании с СКР [38]. В литературе описано сочетание ассоциации *VACTERL* (наличие как минимум трех аномалий: позвоночника, аноректального порока, порока сердца, трахеопищеводной аномалии, аномалии почек и конечностей) с СКР [39, 40].

Хирургическое лечение СКР

Последовательность выполнения операций при различных формах СКР вполне ясна. В первую очередь выполняются операции для предупреждения жизнеугрожающих осложнений. Например, ранняя пластика спинномозговых грыж с ликвореей выполняется в первые сутки жизни и направлена на предотвращение менингита, а операции по поводу анальной атрезии предотвращают возникновение кишечной непроходимости и перитонита в первые сутки жизни.

Выполнение ранней профилактической дефиксации спинного мозга является дискуссионным вопросом, так как ранние профилактические вмешательства (без симптомов фиксированного спинного мозга) могут привести к необходимости повторной операции в будущем с повышением риска осложнений. Разумнее подождать до возраста 2 лет, когда можно оценить, есть ли у ребенка трудности с сидением, неврологические и урологические нарушения, прогрессирующая деформация позвоночника, которая также может возникнуть из-за фиксации спинного мозга. Исключениями из этого правила являются пресакральное объемное образование [9, 16], признаки нейроэнтэрального хода или кисты, дермоидные кисты и дермальный синус [18], тонкий кожный покров менингоцистоцеле или миеломенингоцистоцеле с высоким риском травматизации и ликвореи, прогрессивный рост менингоцистоцеле или миеломенингоцистоцеле – во всех этих случаях операция рекомендуется к выполнению в первые месяцы жизни.

Осложнения

В целом количество операций под общей анестезией у пациентов

с различными формами СКР в течение жизни достаточно большое. Выходом из ситуации может стать их сокращение за счет выполнения операций два в одном или три в одном. Но, как показала практика, такой подход связан с высоким риском осложнений [41].

Еще одним проблемным моментом является учет осложнений. Стоит ли рассматривать как осложнение прогрессирование деформации позвоночника выше уровня инструментации или прогрессирование деформации нижних конечностей после ортопедических вмешательств, вторичную фиксацию спинного мозга после пластики открытого дефекта невральнотрубки, повторную фиксацию спинного мозга после первичной дефиксации, анальный ретенноз, требующий дилатации после аноректопластики? Вероятно, все эти состояния стоит рассматривать как осложнения, так как при надлежащем документировании (вид аномалии, вид и особенности, возраст на момент первичной операции) это может помочь выявить факторы, предрасполагающие к повторным операциям.

Результаты лечения и естественное течение заболевания

Еще раз стоит подчеркнуть необходимость раннего хирургического лечения больных с закрытыми формами СКР в сочетании с пресакральными объемными образованиями, подозрением на нейроэнтэрентэральный ход или кисту, дермоидную кисту или дермальный синус, так как в трех случаях в литературе описаны спонтанные острый менингит и интрадуральные абсцессы с появлением парапареза [9, 16, 18].

У пациентов с СКР лечение приводит к улучшению функционального статуса, ходьбы и урологических симптомов. Это подчеркивает важность своевременного лечения больных с нейрохирургическими и ортопедическими проблемами. Ранняя двигательная реабилитация и лечебная физкультура, своевременное ортопедическое обеспечение играют важную роль в процессе подготовки данной группы детей к взрослой жизни [3, 42].

Урологические расстройства при СКР могут быть вызваны фиксированным спинным мозгом, недоразвитием мозгового конуса, миелодисплазией, сопутствующими урогенитальными пороками развития и гипоплазией нервов, ответственных за контроль мочеиспускания. Всем детям с СКР рекомендуется наблюдение у уролога, периодическое уродинамическое исследование и УЗИ почек.

Недержание кала или запор при СКР могут быть вызваны анальным ретеннозом, болезнью Гиршпрунга, отсутствием иннервации хвостового отдела толстой кишки (сочетание с СКР описывается редко), но также они могут быть проявлением синдрома фиксации спинного мозга, и в литературе описано улучшение после процедуры дефиксации.

Хронические боли в спине и ногах могут возникать у пациентов с СКР вследствие синдрома фиксированного спинного мозга, деформации позвоночника, позвоночно-крестцовой нестабильности, деформаций ног и неравномерной нагрузки на суставы. Чаще боли возникают с возрастом. При изолированной боли оптимально начать лечение и обследование с курса обезболивающих (в том числе габапентина, клоназепама).

Другим значимым симптомом является умственная отсталость, которая может возникать на фоне гипоксического ишемического поражения головного мозга, генетических мутаций и других факторов токсического воздействия на плод и новорожденного. Когнитивные нарушения влияют на функциональную независимость и успеваемость, поэтому их также необходимо учитывать при клинической оценке и планировании хирургического вмешательства для улучшения результатов.

Заключение

Пациентам с выявленной агенезией крестца или подозрением на агенезию крестца внутриутробно необходимо провести хромосомный анализ, а также анализ на следующие генные

мутации: *MNX1* gene, *VANGL1*, *HOXD13*, *CDX2*, *TBXT* и *PTEN*.

В случаях рождения больного с СКР в первую очередь необходимо выполнение операций для предупреждения жизнеугрожающих осложнений: ранняя пластика открытых дефектов невральной трубки с ликвореей и операции по поводу анальной атрезии (первые сутки жизни). Урологические и кардиологические вмешательства, удаление пресакральных образований, операции по поводу нейроэктоэнтеральных ходов или кист, удаление дермоидных кист и дермальных ходов – во всех этих случаях операция рекомендуется в первые месяцы жизни. Выполнение ранней профилактической дефиксации спинного мозга является дискуссионным, ранние вмешательства могут привести к необходимости повторных операций в будущем с повышенным риском осложнений. Ортопедические операции и операции по дефиксации при СКР стоит проводить не ранее 2-летнего возраста ребенка. Рискован-

но сокращать количество операций на одного ребенка, выполняя комбинированные операции (два в одном и три в одном), это увеличивает риск осложнений, особенно при одномоментной дефиксации спинного мозга с коррекцией деформации позвоночника, процедуры лучше разделить по времени. Поскольку риск несостоятельности костного блока при СКР очень высок, рекомендуется использовать аутокостные трансплантаты в дополнение к винтам и при необходимости уделить внимание переднему спондилодезу.

Более 60 % пациентов с агенезией крестца могут ходить самостоятельно или с помощью приспособлений. Важно своевременно решать нейрохирургические и ортопедические проблемы при СКР, начинать раннюю двигательную реабилитацию и лечебную физкультуру. Важную роль в процессе подготовки этой группы детей к взрослой жизни играет обеспечение ортезами для нижних конечностей при необходимости.

Всем детям с СКР рекомендуется наблюдение у уролога, периодическое уродинамическое исследование и УЗИ почек. Недержание кала или запор при СКР могут быть вызваны анальным ретеннозом, болезнью Гиршпрунга, отсутствием иннервации хвостового отдела толстой кишки, а также могут быть проявлением синдрома фиксации спинного мозга, в литературе описано улучшение функции толстой кишки после дефиксации спинного мозга.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. **Виссарионов С.В., Казарян И.В.** Синдром каудальной регрессии // Хирургия позвоночника. 2010. № 2. С. 50–55. [Vissarionov SV, Kazaryan IV. Caudal regression syndrome. Hir. Pozvonoc. 2010;2:50–55]. DOI: 10.14531/ss2010.2.50-55.
2. **Sen KK, Patel M.** Caudal Regression Syndrome. Med J Armed Forces India. 2007;63:178–179. DOI: 10.1016/s0377-1237(07)80071-2.
3. **Kirienko A, Malagoli E, Lucchesi G.** Метод Илизарова в лечении нейрогенных деформаций стопы // Гений ортопедии. 2021. Т. 27. № 3. С. 383–389. [Kirienko A, Malagoli E, Lucchesi G. Ilizarov method in treatment of neurological foot deformities // Genij Ortopedii. 2021;27(3):383–389]. DOI: 10.18019/1028-4427-2021-27-3-383-389.
4. **Warner T, Scullen TA, Iwanaga J, Loukas M, Bui CJ, Dumont AS, Tubbs RS.** Caudal regression syndrome – a review focusing on genetic associations. World Neurosurg. 2020;138:461–467. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.03.057.
5. **Balioglu MB, Akman YE, Ucpunar H, Albayrak A, Karg n D, Atıcı Y, Büyük AF.** Sacral agenesis: evaluation of accompanying pathologies in 38 cases, with analysis of long-term outcomes. Childs Nerv Syst. 2016;32:1693–1702. DOI: 10.1007/s00381-016-3022-5.
6. **Emami-Naeini P, Rahbar Z, Nejat F, Kajbafzadeh A, El Khashab M.** Neurological presentations, imaging, and associated anomalies in 50 patients with sacral agenesis. Neurosurgery. 2010;67:894–900. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181eb500d.
7. **Bray JJH, Crosswell S, Brown R.** Congenital talipes equinovarus and congenital vertical talus secondary to sacral agenesis. BMJ Case Rep. 2017;2017:bcr2017219786. DOI: 10.1136/bcr-2017-219786.
8. **Caird MS, Hall JM, Bloom DA, Park JM, Farley FA.** Outcome study of children, adolescents, and adults with sacral agenesis. J Pediatr Orthop. 2007;27:682–685. DOI: 10.1097/01.bpo.0000190841.69412.eb.
9. **Cearns MD, Hettige S, De Coppi P, Thompson DNP.** Currarino syndrome: repair of the dysraphic anomalies and resection of the presacral mass in a combined neurosurgical and general surgical approach. J Neurosurg Pediatr. 2018;22:584–590. DOI: 10.3171/2018.5.Peds.17582.
10. **Esposito G, Totonelli G, Iacobelli BD, Longo D, Caldaro T, Blasetti G, Bevilacqua F, Santato F, Lucignani G, Sollini ML, Marras CE, Bagolan P, Mosiello G.** Continence management in children with severe caudal regression syndrome: role of multidisciplinary team and long-term follow-up. Pediatr Surg Int. 2022;38:1461–1472. DOI: 10.1007/s00383-022-05168-1.
11. **Ferland CE, Sardar ZM, Abduljabbar F, Arlet V, Ouellet JA.** Bilateral vascularized rib grafts to promote spinopelvic fixation in patients with sacral agenesis and spinopelvic dissociation: a new surgical technique. Spine J. 2015;15:2583–2592. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.08.066.
12. **Gillis CC, Bader AA, Boyd M.** A tail of sacral agenesis: delayed presentation of meningocele in sacral agenesis. Eur Spine J. 2013;22(Suppl 3):S311–S316. DOI: 10.1007/s00586-012-2347-3.
13. **Graul I, Zippelius T, H Izl A, Strube P.** Elongated conus medullaris, sacral agenesis and scoliosis- a case report of a patient with trisomy 19q and monosomy 7q. World Neurosurg. 2019;124:192–196. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.12.178.
14. **Griffet J, Leroux J, El Hayek T.** Lumbopelvic stabilization with external fixator in a patient with lumbosacral agenesis. Eur Spine J. 2011;20(Suppl 2):S161–S165. DOI: 10.1007/s00586-010-1458-y.
15. **Kanbara S, Nohara A, Ohara T, Saito T, Tauchi R, Imagama S, Kawakami N.** Impact of rigid fixation of the pubic symphysis for spinopelvic fixation in two cas-

- es of lumbosacral agenesis. *Spine Surg Relat Res.* 2020;4:341–346. DOI: 10.22603/ssrr.2020-0015.
16. **Isik N, Elmaci I, Gokben B, Balak N, Tosyali N.** Currarino triad: surgical management and follow-up results of four [correction of three] cases. *Pediatr Neurosurg.* 2010;46:110–119. DOI: 10.1159/000319007.
 17. **Kang S, Park H, Hong J.** Clinical and radiologic characteristics of caudal regression syndrome in a 3-year-old boy: lessons from overlooked plain radiographs. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr.* 2021;24:238–243. DOI: 10.5223/pghn.2021.24.2.238.
 18. **Kansal R, Mahore A, Dange N, Kukreja S.** Epidermoid cyst inside anterior sacral meningocele in an adult patient of Currarino syndrome manifesting with meningitis. *Turk Neurosurg.* 2012;22:659–661. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.3985-10.1.
 19. **Kilikcesmez O, Gol IH, Uzun M, Oruk C.** Complete familial Currarino triad in association with Hirschsprung's disease: magnetic resonance imaging features and the spectrum of anorectal malformations. *Acta Radiol.* 2006;47:422–426. DOI: 10.1080/02841850600598327.
 20. **Martucciello G, Torre M, Belloni E, Lerone M, Pini Prato A, Cama A, Jasonni V.** Currarino syndrome: proposal of a diagnostic and therapeutic protocol. *J Pediatr Surg.* 2004;39:1305–1311. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2004.05.003.
 21. **Mesa PA.** Transiliac lengthening with posterior lumbar-iliac percutaneous fusion in sacral hemiagenesis. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2011;6:77–81. DOI: 10.1007/s11751-011-0109-0.
 22. **Morimoto T, Kitagawa M, Koyanagi M, Kato K, Tsuzuki S, Yamamoto T, Yamada K.** Incidental sacral meningocele in an elderly patient diagnosed after epidermal inclusion cyst removal: a case report. *Cureus.* 2022;14:e27385. DOI: 10.7759/cureus.27385.
 23. **Salsi G, Bellussi F, Pilu G, Della Gatta AN, Youssef A.** Pregnancy in a woman with sacral agenesis from prenatal counseling to delivery: A case report. *J Obstet Gynaecol Res.* 2020;46:784–786. DOI: 10.1111/jog.14240.
 24. **Szamera E, Jasiewicz B, Potaczek T.** Atypical caudal regression syndrome with agenesis of lumbar spine and presence of sacrum – case report and literature review. *J Spinal Cord Med.* 2018;41:496–500. DOI: 10.1080/10790268.2017.1369211.
 25. **Vissarionov S, Schroder JE, Kokushin D, Murashko V, Belianchikov S, Kaplan L.** Surgical correction of spinopelvic instability in children with caudal regression syndrome. *Global Spine J.* 2019;9:260–265. DOI: 10.1177/2192568218779984.
 26. **Zhang H, Guo H, He S, Hui H, Hao D.** Sacral agenesis combined with spinopelvic dissociation: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore).* 2018;97:e12162. DOI: 10.1097/md.00000000000012162.
 27. **Zhang T, Bao H, Shu S, Liu Z, Sun X, Wang B, Qiu Y, Zhu Z.** Different distal fixation anchors in lumbosacral spinal deformities associated with sacral agenesis: which one is better? *J Neurosurg Spine.* 2021;1–6. DOI: 10.3171/2020.9.SPINE201390.
 28. **Lee NG, Gana R, Borer JG, Estrada CR, Khoshbin S, Bauer SB.** Urodynamic findings in patients with Currarino syndrome. *J Urol.* 2012;187:2195–2200. DOI: 10.1016/j.juro.2012.01.128.
 29. **Kemp J, Guzman MA, Fitzpatrick CM, Elbabaa SK.** Holocord syringomyelia secondary to tethered spinal cord associated with anterior sacral meningocele and tailgut cyst: case report and review of literature. *Childs Nerv Syst.* 2014;30:1141–1146. DOI: 10.1007/s00381-014-2379-6.
 30. **Колесов С.В., Кушель Ю.В., Сивачева О.С.** Хирургическое лечение пациентов с синдромом каудальной регрессии // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 2. С. 28–35. [Kolesov SV, Kushel YuV, Sivacheva OS. Surgical treatment of patients with caudal regression syndrome. *Hir. Pozvonoc.* 2016;13(2):28–35]. DOI: 10.14531/ss2016.22.8-35.
 31. **Семенов А.Л., Рыжиков Д.В., Михайловский М.В., Васюра А.С.** Результат комплексного хирургического лечения пациентки с синдромом каудальной регрессии // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 106–111. [Semyonov AL, Ryzhikov DV, Mikhailovsky MV, Vasyura AS. Result of comprehensive surgical treatment of a patient with caudal regression syndrome. *Hir. Pozvonoc.* 2014;(4):106–111]. DOI: 10.14531/ss2014.4.106-111.
 32. **Zhang T, Shu S, Jing W, Gu Q, Liu Z, Sun X, B Wang, Qiu Y, Zhu Z, Bao H.** Sacral agenesis: a neglected deformity that increases the incidence of postoperative coronal imbalance in congenital lumbosacral deformities. *Global Spine J.* 2022;12:916–921. DOI: 10.1177/2192568220970509.
 33. **Morichon-Delvallez N, Delezoide AL, Vekemans M.** Holoprosencephaly and sacral agenesis in a fetus with a terminal deletion 7q36-->7qter. *J Med Genet.* 1993;30:521–524. DOI: 10.1136/jmg.30.6.521.
 34. **Lukusa T, Vermeesch JR, Fryns JP.** De novo deletion 7q36 resulting from a distal 7q/8q translocation: phenotypic expression and comparison to the literature. *Genet Couns.* 2005;16:1–15.
 35. **Dworschak GC, Cretolle C, Hilger A, Engels H, Korsch E, Reutter H, Ludwig M.** Comprehensive review of the duplication 3q syndrome and report of a patient with Currarino syndrome and de novo duplication 3q26.32-q27.2. *Clin Genet.* 2017;91:661–671. DOI: 10.1111/cge.12848.
 36. **Porsch RM, Merello E, De Marco P, Cheng G, Rodriguez L, So M, Sham PC, Tam PK, Capra V, Cherny SS, Garcia-Barcelo M-M, Campbell DD.** Sacral agenesis: a pilot whole exome sequencing and copy number study. *BMC Med Genet.* 2016;17:98. DOI: 10.1186/s12881-016-0359-2.
 37. **Stevens SJC, Stumpel CTRM, Diderich KEM, van Slegtenhorst MA, Abbott MA, Manning C, Balcuniene J, Pyle LC, Leonard J, Murrell JR, van de Putte R, van Rooij IALM, Hoischen A, Lasko P, Brunner HG.** The broader phenotypic spectrum of congenital caudal abnormalities associated with mutations in the caudal type homeobox 2 gene. *Clin Genet.* 2022;101:183–189. DOI: 10.1111/cge.14076.
 38. **Cheng C, Zhao S, Zhu X, Yang F, Wang W, Feng Q, Liu Y, Huang H, Chen X.** The VANG1 P384R variant cause both neural tube defect and Klippel-Feil syndrome. *Mol Genet Genomic Med.* 2021;9:e1710. DOI: 10.1002/mgg3.1710.
 39. **Kanagasabai K, Bhat V, Pramod GK, Patil SJ, Kiranmayi S.** Severe caudal regression syndrome with overlapping features of VACTERL complex: antenatal detection and follow up. *BJR Case Rep.* 2017;3:20150356. DOI: 10.1259/bjrcr.20150356.
 40. **Puvabanditsin S, Van Gurp J, February M, Khalil M, Mayne J, Ai McConnell J, Mehta R.** VATER/VACTERL association and caudal regression with Xq25-q27.3 microdeletion: a case report. *Fetal Pediatr Pathol.* 2016;35:133–141. DOI: 10.3109/15513815.2016.1139019.
 41. **Sergeenko Pavlova OM, Savin DM, Ryabykh SO.** Treatment of spinal deformity with diastatomyelia type I: one-stage, two-stage surgery and new technique (vertebral column resection through wide bony septum). *Childs Nerv Syst.* 2022;38:163–172. DOI: 10.1007/s00381-021-05382-7.
 42. **Ivany B, Schoenmakers M, van Veen N, Maathuis K, Nollet F, Nederhand M.** The effects of orthoses, footwear, and walking aids on the walking ability of children and adolescents with spina bifida: A systematic review using International Classification of Functioning, Disability and Health for Children and Youth (ICF-CY) as a reference framework. *Prosthet Orthot Int.* 2015;39:437–443. DOI: 10.1177/0309364614543550.

Адрес для переписки:

Сергеенко Ольга Михайловна
640014, Россия, Курган, ул. М. Ульяновой, 6,
НМИЦ травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова,
pavlova.neuro@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.03.2023

Рецензирование пройдено 23.05.2023

Подписано в печать 26.05.2023

Address correspondence to:

Sergeenko Olga Mikhailovna
National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and
Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia,
pavlova.neuro@mail.ru

Received 30.03.2023

Review completed 23.05.2023

Passed for printing 26.05.2023

Ольга Михайловна Сергеенко, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, заведующая научной лабораторией клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-2905-0215, pavlova.neuro@mail.ru;

Елена Николаевна Щурова, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник научной лаборатории клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-0816-1004, lena.sburova@mail.ru;

Тамара Игоревна Долганова, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник научной лаборатории клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0002-0117-3451, rjik532007@rambler.ru;

Юлия Сергеевна Арестова, лаборант-исследователь научной лаборатории клиники патологии позвоночника и редких заболеваний, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-1169-9753, yulia_lusb@mail.ru;

Марат Сергеевич Сайфутдинов, д-р биол. наук, нейрофизиолог, отделение спинальной хирургии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0002-7477-5250, maratsaif@yandex.ru.

Olga Mikhailovna Sergeenko, MD, PhD, neurosurgeon, head of Research Laboratory of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-2905-0215, pavlova.neuro@mail.ru;

Elena Nikolayevna Shchurova, DSc in Biology, Research Laboratory of the Clinic of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-0816-1004, lena.sburova@mail.ru;

Tamara Igorevna Dolganova, DMSc, leading researcher of the Research Laboratory of the Clinics of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID 0000-0002-0117-3451, rjik532007@rambler.ru;

Yulia Sergeyevna Arestova, research assistant of the Research Laboratory of the Clinics of Spine Pathology and Rare Diseases, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-1169-9753, yulia_lusb@mail.ru;

Marat Sergeyevich Saifutdinov, DSc in Biology, neurophysiologist, Division of Spinal Surgery, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, 6 Marii Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0002-7477-5250, maratsaif@yandex.ru.