ФАКТОРЫ РИСКА НАЛИЧИЯ СИРИНГОМИЕЛИИ ПРИ ИДИОПАТИЧЕСКОМ СКОЛИОЗЕ: АНАЛИЗ 3285 СЛУЧАЕВ И КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В.В. Белозеров, М.В. Михайловский

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель исследования. Анализ возможных рентгенологических и клинических факторов риска наличия сирингомиелии у пациентов со сколиотической деформацией позвоночника.

Материал и методы. Проведен анализ данных 3285 пациентов с идиопатическим сколиозом, пролеченных в 1997–2020 гг. Сирингомиелия была выявлена в 38 (1,16 %) случаях. В 26 случаях сирингомиелия сочеталась с аномалией Киари. С целью поиска информации по обсуждаемой теме использовали международные базы данных Scopus, Medline, Google Scholar. Кроме того, дополнительно проводили поиск публикаций по пристатейным спискам литературы. По литературным данным выявлены возможные факторы риска наличия сирингомиелии.

Результаты. У пациентов с подтвержденной сирингомиелией левосторонняя грудная сколиотическая дуга встречалась в 23,7 % случаев, двойная грудная дуга — в 18,4 %, верхнегрудные сколиотические дуги — в 7,9 %, усиление грудного кифоза — в 60,5 %, исходный неврологический дефицит — в 47,4 %, что существенно выше тех же показателей в общей группе пациентов. Соотношение пациентов мужского и женского пола в общей группе составило 1,0 : 6,7, в группе с сирингомиелией — 1,00 : 1,71.

Заключение. По данным обзора литературы и статистически достоверных факторов, выявленных при анализе моноцентральной группы, можно сказать, что левосторонняя грудная сколиотическая дуга, верхнегрудная дуга, двойная грудная дуга, усиление грудного кифоза, исходная пирамидная недостаточность в нижних конечностях, мужской пол, снижение исходных соматосенсорных вызванных потенциалов являются факторами риска наличия сирингомиелии. При наличии данных факторов пациенту можно рекомендовать МРТ-исследование для определения дальнейшей тактики лечения. Перед хирургической коррекцией сколиотической деформации рекомендуется проведение МРТ всем пациентам.

Ключевые слова: сирингомиелия, сколиоз, деформация позвоночника, факторы риска.

Для цитирования: Белозеров В.В., Михайловский М.В. Факторы риска наличия сирингомиелии при идиопатическом сколиозе: анализ 3285 случаев и краткий обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. № 4. С. 27–32.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.4.27-32>.

RISK FACTORS FOR THE PRESENCE OF SYRINGOMYELIA IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS: ANALYSIS OF 3,285 CASES AND BRIEF LITERATURE REVIEW

V.V. Belozеров, M.V. Mikhaylovskiy

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To analyze possible radiological and clinical risk factors for syringomyelia in patients with scoliotic deformity.

Material and Methods. An analysis of data from 3,285 patients with idiopathic scoliosis treated from 1997 to 2020 was performed. Syringomyelia was detected in 38 (1.16 %) cases. In 26 cases, syringomyelia was combined with Chiari malformation. In order to search for information on the topic under discussion, the international databases (Scopus, Medline, and Google Scholar) were used. Additional search for publications listed in the article references was carried out. According to the literature data, possible risk factors for the presence of syringomyelia have been identified.

Results. Among patients with confirmed syringomyelia, a left-sided thoracic scoliotic curve was found in 23.7 % of cases, a double thoracic curve in 18.4 %, an upper thoracic scoliotic curve in 7.9 %, an increase in thoracic kyphosis in 60.5 %, and initial neurological deficit in 47.4 %, which is significantly higher than the same indicators in the entire group of patients. The ratio of male and female patients in the entire group was 1.0 : 6.7, in the group with syringomyelia — 1.00 : 1.71.

Conclusion. According to the literature review and statistically significant factors identified in the analysis of the monocentric group, it can be said that the left-sided thoracic scoliotic curve, upper thoracic curve, double thoracic curve, increased thoracic kyphosis, initial pyramidal insufficiency in the lower extremities, male sex, and a decrease in the initial somatosensory evoked potentials are risk factors for

syringomyelia. If the above factors are present in a patient, the MRI study may be recommended to determine further treatment tactics. Before surgical correction of scoliotic deformity, MRI is recommended for all patients.

Key Words: syringomyelia, scoliosis, spinal deformity, risk factors.

Please cite this paper as: Belozеров ВВ, Михайловский МВ. Risk factors for the presence of syringomyelia in idiopathic scoliosis: analysis of 3,285 cases and brief literature review. Hir. Pozvonoc. 2020; 17(4):27–32. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.4.27-32>.

Сирингомиелия – одна из наиболее частых сопутствующих патологий у пациентов с идиопатическим сколиозом. Частота встречаемости составляет 1,2–9,7 % у подростков и взрослых, до 21,7 % – у детей в возрасте до 10 лет [1–4]. Клинические проявления могут включать в себя сенситивную атаксию, диссоциированные расстройства чувствительности, парезы в конечностях с последующей их атрофией [5]. При этом пациент, обратившийся в клинику с целью коррекции сколиотической деформации, зачастую не предъявляет жалоб, характерных для сирингомиелии [6]. В настоящий момент стандартом предоперационного обследования пациентов со сколиотической деформацией является МРТ, при выполнении которой выявляются как аномалии развития спинного мозга, так и различные образования других органов и систем внепозвоночной локализации [7]. Некоторые авторы даже рекомендуют выполнять МРТ всего спинного мозга для более полноценной оценки состояния пациента [4]. Из группы пациентов, обратившихся с целью коррекции сколиоза, у которых выявлена бессимптомная сирингомиелия, до 13 % имеют показания к нейрохирургическому лечению [8, 9]. Констатируя вышесказанное, уместно задать вопрос о необходимости проведения МРТ-диагностики пациентам со сколиозом, которые не имеют показаний к хирургической коррекции деформации. Особенно это относится к пациентам в возрасте до 10 лет, так как существует высокий риск прогрессирования как сколиотической деформации, так и появления неврологической симптоматики [10]. В современной литературе представлено достаточно много попыток выявить рентгенологические и клинические факторы риска наличия

интраспинальных аномалий до проведения МРТ, в том числе в результате многоцентровых исследований. Но результаты существенно разнятся. Одни авторы [11, 12] не находят взаимосвязи между рентгенологическими показателями и МР-находками, другим [13–16] удается выделить ряд закономерностей, таких как сторона и локализация основной сколиотической дуги, кифотический компонент, возраст и пол пациентов.

Цель исследования – анализ возможных рентгенологических и клинических факторов риска наличия сирингомиелии у пациентов со сколиотической деформацией позвоночника.

Дизайн исследования: ретроспективное моноцентровое.

Материал и методы

В клинику детской и подростковой вертебрологии Новосибирского НИИТО им. ЯЛ. Цивьяна с 1997 по 2020 г. с целью коррекции деформации позвоночника обратились 3285 пациентов с идиопатическим сколиозом. Среди всех пациентов минимальная величина сколиотической дуги составила 33°. Средний возраст обращения в клинику – 16,2 (от 2 до 61) года. Пациентов мужского пола было 427, женского – 2858 (соотношение 1,0 : 6,7). Из исследования исключены пациенты с эпилепсией, энцефалопатией различного генеза, задержкой психомоторного развития. Все пациенты проходили стандартное рентгенологическое обследование, МРТ, осмотрены неврологом. В случае наличия исходной сколиотической деформации более 80° выполняли тракционную пробу с полным весом тела.

Сирингомиелию выявили в 38 (1,16 %) случаях: у пациентов мужско-

го пола – в 14 случаях, женского – в 24 (соотношение 1,00 : 1,72). В 26 случаях сирингомиелия сочеталась с аномалией Киари.

По локализации сирингомиелических кист наблюдалось следующее распределение: шейный отдел – 7, шейно-грудной – 20, грудной – 9, поясничный – 2. Средний возраст пациентов с сирингомиелией – 15 (от 10 до 36) лет. Симптоматики и клинических проявлений сирингомиелии не имели 20 (52,6 %) пациентов.

С целью поиска информации по обсуждаемой теме использовали международные базы данных Scopus, Medline, GoogleScholar. Кроме того, дополнительно проводили поиск публикаций по пристатейным спискам литературы. По результатам литературных данных выделены следующие факторы риска: левосторонняя грудная сколиотическая дуга, двойная грудная дуга, верхнегрудная дуга, правосторонняя поясничная дуга, усиление грудного кифоза, мужской пол, возраст до 10 лет, отсутствие брюшных рефлексов [14–18].

Анализ критериев проводили методами описательной статистики. Для сравнения качественных признаков зависимых групп использовали критерий χ^2 , критерий Мак-Немара и точный критерий Фишера для независимых групп. Характер тесноты связей коэффициента корреляции учитывали по следующей шкале интервалов значений (р): меньше 0,19 – очень слабая связь, 0,20–0,29 – слабая, 0,30–0,49 – умеренная, 0,50–0,69 – средняя, больше 0,70 – сильная. Значимой считали связь между признаками не менее 0,3.

Результаты и их обсуждение

Из общей группы выделены 124 пациента с левосторонней грудной сколио-

тической дугой, что составило 3,80 %, из них у 9 (7,30 %) пациентов обнаружена сирингомиелия.

При правосторонней грудной сколиотической дуге из 2281 (69,40 %) пациента сирингомиелия выявлена в 21 (0,92 %) случае.

Двойная грудная дуга наблюдалась в 274 (8,3 %) случаях, из них сирингомиелия – в 7 (2,6 %) случаях (рис. 1).

Верхнегрудные сколиотические дуги отмечены в 23 (0,7 %) случаях, из них сирингомиелия – в 3 (13,0 %).

Правосторонняя поясничная/грудопоясничная сколиотическая дуга выявлена у 234 (7,1 %) пациентов, из них сирингомиелия – у 2 (0,86 %).

Усиление грудного кифоза выявлено в 699 (21,3 %) случаях, из них сирингомиелия – в 23 (3,2 %; рис. 2).

Соотношение пациентов мужского и женского пола в общей группе составило 1,0 : 6,7, в группе с сирингомиелией – 1,00 : 1,71. Средний возраст на момент обращения существенно не отличался.

При проведении функциональных рентгенограмм позвоночника в положении наклона определялась мобильность основной сколиотической дуги. В общей группе ригидной, с мобильностью менее 25 %, оказалась сколиотическая дуга у 1431 (43,5 %) пациента, в группе с сирингомиелией – у 19 (1,3 %).

Исходный неврологический дефицит, проявляемый в большей степени пирамидной недостаточностью в нижних конечностях, в том числе тракционно-правоцируемой в группе идиопатических сколиозов, наблюдался в 85 (2,6 %) случаях, тогда как в группе пациентов с сирингомиелией различные исходные неврологические отклонения наблюдались в 18 случаях, что составило 21,2 % от числа пациентов с неврологическим дефицитом.

Если рассматривать отдельно группу пациентов с выявленной сирингомиелией, то левосторонняя грудная сколиотическая дуга встречалась в 23,7 % случаев, двойная грудная дуга – в 18,4 %, верхнегрудные сколиотические дуги – в 7,9 % правосторонняя поясничная/грудопоясничная –

Рис. 1

Спондилограммы и МРТ пациентки 14 лет: **а** – спондилограмма в прямой проекции: двойная грудная сколиотическая дуга в среднегрудном отделе – 40°, в нижнегрудном – 38°; **б** – спондилограмма в боковой проекции: усиление грудного кифоза – 56°; **в** – МРТ шейного отдела позвоночника, сагиттальный срез: миндалины мозжечка удлинены, пролабируют в большое затылочное отверстие, расположены ниже уровня линии Чемберлена примерно на 20 мм; позвоночный канал резко расширен, сагиттальный диаметр до 17 мм; спинной мозг уплощен; на всем протяжении шейного отдела имеется интрамедуллярная киста, размеры которой в аксиальной проекции до 5 × 8 мм, внутренний контур кисты четкий, ровный, на уровне тела C₃ в структуре кисты имеется перегородка; исходной неврологической симптоматики нет

Рис. 2

Спондилограммы и МРТ пациентки 28 лет: **а** – спондилограмма в прямой проекции: левосторонняя сколиотическая дуга – 62°, поясничное противокривление – 40°; **б** – спондилограмма в боковой проекции: усиление грудного кифоза – 54°; **в** – МРТ шейного отдела позвоночника, сагиттальный срез: на уровне C₂–Th₂ определяется сирингомиелическая киста (общая протяженность примерно 98,0 мм; максимальная ширина примерно 6,5 мм), аномалия Арнольда – Киари

в 5,3 %, усиление грудного кифоза – в 60,5 %, исходный неврологический дефицит – в 47,4 % (табл.).

По полученным данным можно сказать, что мужской пол, исходный неврологический дефицит, в том числе и пирамидная недостаточность в нижних конечностях, левосторонняя сколиотическая дуга, двойная грудная дуга, верхнегрудная дуга, усиление грудного кифоза существенно повышают риск наличия сирингомиелии у пациентов со сколиозом. Связь умеренная, средняя и сильная ($p > 0,3$). Никакой статистической зависимости между локализацией кисты, величиной сколиотической дуги и возрастом пациентов выявлено не было. Связь параметров между собой слабая и очень слабая ($p < 0,3$).

Непосредственная коррекция сколиотической деформации при наличии сирингомиелии не отличается от таковой при идиопатических сколиозах без интраспинальных образований. Обязательным условием таких операций является наличие интраоперационного нейрофизиологического контроля. Есть сообщения о том, что результат коррекции сколиозов при сирингомиелии сопоставим с результатами коррекции ригидных деформаций [19, 20]. Предшествующее нейрохирургическое вмешательство в виде формирования большой затылочной цистерны и/или дренирования сирингомиелической кисты

снижает возможный риск осложнений при коррекции деформации позвоночника [21, 22]. С учетом того, что не все пациенты имеют клинические проявления сирингомиелии, а вышеуказанные рентгенологические факторы риска не обладают достаточной достоверностью, всем пациентам перед коррекцией сколиотической деформации необходимо выполнять МРТ-исследование. На наш взгляд, далеко не всегда требуется исследование всего позвоночника. Достаточно выполнить исследование области основной сколиотической дуги и шейно-грудного перехода с учетом наиболее частой локализации сирингомиелических кист [23]. При наблюдении пациентов младшей возрастной группы мы сталкиваемся с несколькими проблемами: во-первых, стремление выполнить спондилодез в максимально поздние сроки, после завершения активного костного роста; во-вторых, высокий риск прогрессирования сколиотической деформации и неврологического дефицита как проявления сирингомиелии [24]. Особый интерес представляют пациенты в возрасте до 10 лет со сколиотической дугой более 20°, так как своевременное нейрохирургическое лечение не только может положительно повлиять на течение заболевания, но и снизить необходимость хирургической коррекции сколиотической деформации. В нашем исследовании пред-

ставлены пациенты со средним возрастом 16,2 года. Обусловлено это тем фактом, что хирургическую коррекцию сколиотических деформаций стараются проводить в максимально поздние сроки, используя все возможные способы консервативной терапии. Исследование пациентов данной возрастной группы перспективно для дальнейшего многоцентрового исследования с более детальной оценкой результатов нейрохирургического лечения по поводу сирингомиелии и динамикой сколиотической дуги. Интраспинальные аномалии по результатам МРТ в этом возрасте составляют от 5,6 % [25]. Самое важное заключалось в том, что проведенное по показаниям нейрохирургическое лечение в возрасте до 8–10 лет может не только препятствовать появлению неврологической симптоматики, но и положительно воздействовать на сколиотическую деформацию, в значительной степени снизив необходимость коррекции сколиоза [8, 9, 25, 26]. Тем более что описаны случаи бессимптомного течения данного заболевания, даже при наличии больших кист по результатам МРТ [27]. Достаточно перспективным методом диагностики наличия сирингомиелии у пациентов со сколиозом является исследование соматосенсорных вызванных потенциалов [28]. Зачастую исследование проводится с записью потенциалов с нижних конечностей,

Таблица

Распределение пациентов из общей группы и из группы с подтвержденной сирингомиелией по потенциальным факторам риска

Параметры	Все пациенты, n (%)	Пациенты с сирингомиелией	
		n (% от числа выявленных факторов)	% от числа пациентов с сирингомиелией
Левосторонняя грудная сколиотическая дуга	124 (3,8)	9 (7,30)	23,7
Правосторонняя грудная сколиотическая дуга	2281 (69,4)	21 (0,92)	55,3
Двойные грудные сколиотические дуги	274 (8,3)	7 (2,60)	18,4
Верхнегрудная сколиотическая дуга	23 (0,7)	3 (13,00)	7,9
Правосторонняя поясничная/ грудопоясничная сколиотическая дуга	234 (7,1)	2 (0,86)	5,3
Усиление грудного кифоза	699 (21,3)	23 (3,20)	60,5
Ригидная сколиотическая дуга	1431 (43,5)	19 (1,30)	50,0
Исходный неврологический дефицит	85 (2,6)	18 (21,20)	47,4

так как вершина сколиотической дуги при идиопатических сколиозах редко когда располагается на уровне Th₅ и выше. При проведении исследования соматосенсорных вызванных потенциалов с верхних конечностей можно дополнить клиническую картину и уловить минимальные отклонения, которые могут быть незамеченными при клиническом осмотре. Наличие отклонений проведения импульсов по результатам исследования даст больше оснований направить пациента на МРТ.

Заключение

По данным обзора литературы и статистически достоверных факторов, выявленных при анализе моноцентральной группы, можно сказать, что левосторонняя грудная сколиотическая дуга, верхнегрудная дуга, двойная грудная дуга, усиление грудного кифоза, исходная пирамидная недостаточность в нижних конечностях, мужской пол пациентов, снижение исходных соматосенсорных вызванных потенциалов являются фактора-

ми риска наличия синингомиелии. Если у пациента присутствуют данные факторы, можно рекомендовать МРТ-исследование для определения дальнейшей тактики лечения. Перед хирургической коррекцией сколиотической деформации рекомендуется проведение МРТ всем пациентам.

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

Литература/References

- Kolban M, Darczuk J, Chmielnicki M. Diagnosis of syringomyelia and Chiari malformations in patients with scoliosis. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2005;7:36–41.
- Fujimori T, Iwasaki M, Nagamoto Y, Sakaura H, Oshima K, Yoshikawa H. The utility of superficial abdominal reflex in the initial diagnosis of scoliosis: a retrospective review of clinical characteristics of scoliosis with syringomyelia. *Scoliosis.* 2010;5:17. DOI: 10.1186/1748-7161-5-17.
- Dobbs MB, Lenke LG, Szymanski DA, Morcuende JA, Weinstein SL, Bridwell KH, Sponseller PD. Prevalence of neural axis abnormalities in patients with infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:2230–2234. DOI: 10.2106/00004623-200212000-00016.
- Tully PA, Edwards BA, Mograby O, Davis HSM, Arieskola O, Magdum S, Rao P, Jayamohan J. Should all paediatric patients with presumed idiopathic scoliosis undergo MRI screening for neuro-axial disease? *Childs Nerv Syst.* 2018;34:2173–2178. DOI: 10.1007/s00381-018-3878-7.
- Зуев А.А., Костенко Г.В. Синингомиелия, ассоциированная с аномалией Киари I типа (Клиника, диагностика, лечение) // Нейрохирургия. 2017. № 1. С. 109–114. [Zuev AA, Kostenko GV. Syringomyelia associated with Chiari malformation type I (clinical signs, diagnostics, treatment). *Russian Journal of Neurosurgery.* 2017;(1):109–114. In Russian].
- Ozturk C, Karadereler S, Ornek I, Enercan M, Ganiyusufoglu K, Hamzaoglu A. The role of routine magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of adolescent idiopathic scoliosis. *Int Orthop.* 2010;34:543–546. DOI: 10.1007/s00264-009-0817-y.
- Swarup I, Silberman J, Blanco J, Widmann R. Incidence of intraspinal and extraspinal MRI abnormalities in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2019;7:47–52. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.06.006.
- Pahys JM, Samdani AF, Betz RR. Intraspinal anomalies in infantile idiopathic scoliosis: prevalence and role of magnetic resonance imaging. *Spine.* 2009;34:E434–E438. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181a2b49f.
- Eule JM, Erickson MA, O'Brien MF, Handler M. Chiari I malformation associated with syringomyelia and scoliosis: a twenty-year review of surgical and nonsurgical treatment in a pediatric population. *Spine.* 2002;27:1451–1455. DOI: 10.1097/00007632-200207010-00015.
- Давлетшина Р.И., Менделевич Е.Г. Сколиотическая деформация позвоночника у больных синингомиелией с началом в детском возрасте // Практическая медицина. 2015. Т. 89. № 4. С. 33–36. [Davletshina RI, Mendelevich EG. Scoliosis of the spine in patients with syringomyelia with the beginning in childhood. *Meditinskaya Praktika.* 2015;89(4):33–36. In Russian].
- Tan H, Shen J, Feng F, Zhang J, Wang H, Chen C, Li Z. Clinical manifestations and radiological characteristics in patients with idiopathic syringomyelia and scoliosis. *Eur Spine J.* 2018;27:2148–2155. DOI: 10.1007/s00586-018-5679-9.
- Singhal R, Perry DC, Prasad S, Davidson NT, Bruce CE. The use of routine preoperative magnetic resonance imaging in identifying intraspinal anomalies in patients with idiopathic scoliosis: a 10-year review. *Eur Spine J.* 2013;22:355–359. DOI: 10.1007/s00586-012-2538-y.
- Nakahara D, Yonezawa I, Kobanawa K, Sakoda J, Nojiri H, Kamano S, Okuda T, Kurosawa H. Magnetic resonance imaging evaluation of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study of four hundred seventy-two outpatients. *Spine.* 2011;36:E482–E485. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e029ed.
- Spiegel DA, Flynn JM, Stasikelis PJ, Dormans JP, Drummond DS, Gabriel KR, Loder RT. Scoliotic curve patterns in patients with Chiari I malformation and/or syringomyelia. *Spine.* 2003;28:2139–2146. DOI: 10.1097/01.BRS.0000084642.35146.EC.
- Ouellet JA, LaPlaza J, Erickson MA, Birch JG, Burke S, Browne R. Sagittal plane deformity in the thoracic spine: a clue to the presence of syringomyelia as a cause of scoliosis. *Spine.* 2003;28:2147–2151. DOI: 10.1097/01.BRS.0000091831.50507.46.
- Wu L, Qiu Y, Wang B, Zhu ZZ, Ma WW. The left thoracic curve pattern: a strong predictor for neural axis abnormalities in patients with «idiopathic» scoliosis. *Spine.* 2010;35:182–185. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ba6623.
- Loder RT, Stasikelis P, Farley FA. Sagittal profiles of the spine in scoliosis associated with an Arnold-Chiari malformation with or without syringomyelia. *J Pediatr Orthop.* 2002;22:483–491. DOI: 10.1097/01241398-200207000-00013.
- Zhang W, Sha S, Xu L, Liu Z, Qiu Y, Zhu Z. The prevalence of intraspinal anomalies in infantile and juvenile patients with «presumed idiopathic» scoliosis: a MRI-based analysis of 504 patients. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:189. DOI: 10.1186/s12891-016-1026-7.
- Li Z, Lei F, Xiu P, Yang X, Wang L, Feng G, Liu L, Song Y, Zhou C. Surgical treatment for severe and rigid scoliosis: a case-matched study between idiopathic scoliosis and syringomyelia-associated scoliosis. *Spine J.* 2019;19:87–94. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.05.027.
- Tan H, Lin Y, Rong T, Shen J, Zhang J, Feng E, Jiao Y, Liang J, Li Z. Surgical scoliosis correction in Chiari-I malformation with syringomyelia versus idiopathic syringomyelia. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102:1405–1415. DOI: 10.2106/JBJS.20.00058.

21. Whitaker C, Schoenecker PL, Lenke LG. Hyperkyphosis as an indicator of syringomyelia in idiopathic scoliosis: a case report. *Spine*. 2003;28:E16–E20. DOI: 10.1097/00007632-200301010-00027.
22. Inoue M, Minami S, Nakata Y, Otsuka Y, Takaso M, Kitahara H, Tokunaga M, Isobe K, Moriya H. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine*. 2005;30:108–114. DOI: 10.1097/01.brs.0000149075.96242.0e.
23. Евзиков Г.Ю. Сирингомиелия // Нейрохирургия. 2008. № 2. С. 8–13. [Evzikov GY. Syringomyelia. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2008;(2):8–13. In Russian].
24. Менделевич Е.Г., Давлетшина Р.И., Валиева Л.К. Клинические и нейровизуальные варианты течения сирингомиелии, манифестировавшей в различные возрастные периоды // Неврологический вестник. 2012. Т. 44. № 4. С. 45–50. [Mendelevich EG, Davletshina RI, Valieva LK. The clinical and MRI variants of syringomyelia, manifesting at different ages. *Neurological Bulletin*. 2012;44(4):45–50. In Russian].
25. Pereira EAC, Oxenham M, Lam KS. Intraspinal anomalies in early-onset idiopathic scoliosis. *Bone Joint J*. 2017;99-B:829–833. DOI: 10.1302/0301-620X.99B6.BJJ-2016-1159.R1.
26. Brockmeyer D, Gollogly S, Smith JT. Scoliosis associated with Chiari 1 malformations: the effect of suboccipital decompression on scoliosis curve progression: a preliminary study. *Spine*. 2003;28:2505–2509. DOI: 10.1097/01.BRS.0000092381.05229.87.
27. Евтушенко С.К., Шестова Е.П., Гриневич Е.В., Прохорова Л.М., Бежко Е.И., Соловьева Е.М., Душакская А.В. Случай сирингомиелии у ребенка 3 лет, верифицированный по данным МРТ // Международный неврологический журнал. 2007. № 5. С. 156–157. [Evtushenko SK, Shestova EP, Grinevich EV, Prokhorova LM, Bezhok EI, Solovyeva EM, Dushatskaya AV. A case of MRI-verified syringomyelia in a 3-year-old child. *International Neurological Journal*. 2007;(5):156–157. In Russian].
28. Крупина Н.Е., Патыков С.В. К вопросу о состоянии соматосенсорной системы у больных с мальформацией Киари I типа и сирингомиелией по данным вызванных потенциалов // Уральский медицинский журнал. 2011. Т. 80. № 2. С. 32–35. [Krupina NE, Patyukov SV. To the question about the somatosensory system condition in patients with chiari malformation type I and syringomyelia on the base of the evoked potentials data. *Ural Medical Journal*. 2011;(2):32–35. In Russian].

Адрес для переписки:

Белозеров Вадим Васильевич
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна,
vad-belozerov@yandex.ru

Address correspondence to:

Belozarov Vadim Vasilyevich
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsiyuan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
vad-belozerov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 30.06.2020

Рецензирование пройдено 02.10.2020

Подписано в печать 09.10.2020

Received 30.06.2020

Review completed 02.10.2020

Passed for printing 09.10.2020

Вадим Васильевич Белозеров, младший научный сотрудник отделения детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0003-2441-2686, vad-belozerov@yandex.ru;

Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отдела детской вертебрологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMibailovsky@niito.ru.

Vadim Vasilyevich Belozarov, junior researche, of Research Department of Children and Adolescent Spine Surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0003-2441-2686, vad-belozerov@yandex.ru;

Mikhail Vitalyevich Mikhaylovskiy, DMSc, Prof., chief researcher of Department of Pediatric Vertebrology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMibailovsky@niito.ru.