

УДК 616.711-007.55-053.1-089.85

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS77239>

Остеотомия позвоночника в лечении детей с врожденным сколиозом при нарушении сегментации боковых поверхностей тел позвонков (предварительные результаты)

С.В. Виссарионов, М.С. Асадулаев, М.А. Хардииков, А.С. Шабунин, Н.О. Хусаинов, К.А. Картавенко

Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Нарушение сегментации боковых поверхностей тел позвонков приводит к развитию прогрессирующей деформации позвоночника. Единственным эффективным способом лечения является хирургический в различных вариантах. В работе рассмотрен метод корригирующей вертебротомии, использованный при лечении пациентов с врожденным сколиозом и нарушениями сегментации боковых поверхностей тел позвонков.

Цель — оценить результаты хирургического лечения детей с врожденным сколиозом на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков с применением корригирующей вертебротомии.

Материалы и методы. Моноцентровое ретроспективное исследование на базе клиники патологии позвоночника и нейрохирургии НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера за период с сентября 2014 по сентябрь 2020 г. В исследование включены 33 пациента: 17 девочек и 16 мальчиков. Возрастной диапазон — от 36 до 211 мес. Всем пациентам выполняли оперативное вмешательство в объеме одномоментной корригирующей клиновидной вертебротомии. Статистическую обработку материала проводили путем сравнения достоверности различий распределений с помощью *t*-критерия Уилкоксона.

Результаты. Медианное значение величины сколиотической деформации по Cobb до операции — 31°, межквартирный интервал (IQR) — 30,5. Медианное значение величины лордотической деформации до хирургического лечения — 29° по Cobb, IQR — 29,5. Величина коррекции сколиотического компонента деформации — 64 % (медианное значение после вмешательства — 5° по Cobb, IQR — 14,5). Величина коррекции патологического лордоза грудного отдела позвоночника — 42 % (медианное значение после вмешательства — 17° по Cobb, IQR — 14,5). Полученные результаты были статистически достоверными ($p < 0,05$).

Заключение. Корригирующая клиновидная вертебротомия является эффективным методом хирургического лечения детей с врожденной деформацией позвоночника при нарушении сегментации боковых поверхностей тел позвонков. Данный метод позволяет достигнуть в среднем 64 % коррекции сколиотической деформации и 42 % коррекции патологического лордоза.

Ключевые слова: врожденный сколиоз; нарушение сегментации; дети; хирургическое лечение; вертебротомия; позвоночник.

Как цитировать:

Виссарионов С.В., Асадулаев М.С., Хардииков М.А., Шабунин А.С., Хусаинов Н.О., Картавенко К.А. Остеотомия позвоночника в лечении детей с врожденным сколиозом при нарушении сегментации боковых поверхностей тел позвонков (предварительные результаты) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9. № 4. С. 417–426. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS77239>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS77239>

Spinal osteotomy for children with congenital scoliosis with unilateral unsegmented bar: Preliminary results

Sergei V. Vissarionov, Marat S. Asadulaev, Mikhail A. Khardikov, Anton S. Shabunin, Nikita O. Khusainov, Kirill A. Kartavenko

H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopaedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: Segmentation disorder of the vertebral body lateral surfaces develops progressive spinal deformity. Surgical interventions in different variants are the only effective way of treatment. Thus, this study reviews the use of corrective vertebrectomy in patients with congenital scoliosis with impaired segmentation of the vertebral body lateral surfaces.

AIM: To evaluate the surgical treatment outcomes in children with congenital scoliosis with impaired segmentation of the vertebral body lateral surfaces.

MATERIALS AND METHODS: A single-center retrospective study following the Department of spine surgery and neurosurgery from 2014 to 2020 included 33 patients with 17 girls and 16 boys. The age range was 36–211 months. All patients underwent a one-stage corrective wedge vertebrectomy. Statistical processing was performed by comparing the reliability of differences in distributions using the Wilcoxon *t*-criterion.

RESULTS: The median Cobb preoperative scoliotic deformity was 31° (interquartile interval [IQR] = 30.5). The median preoperative lordotic deformity was 29° Cobb (IQR = 29.5). The correction magnitude of the scoliotic deformity component was 64% (median value after intervention: 5° according to Cobb, IQR = 14.5). The correction magnitude of pathological thoracic spine lordosis was 42% (median value after intervention: 17° according to Cobb, IQR = 14.5). The obtained results were statistically significant ($p < 0.05$).

CONCLUSIONS: Corrective wedge vertebrectomy is an effective method for surgical treatment of children with congenital spinal deformity with impaired segmentation of the vertebral body lateral surfaces. This treatment method achieves an average of 64% correction of scoliotic deformity and 42% correction of pathological lordosis.

Keywords: congenital scoliosis; unsegmented bar; children; surgical treatment; vertebrectomy; spine.

To cite this article:

Vissarionov SV, Asadulaev MS, Khardikov MA, Shabunin AS, Khusainov NO, Kartavenko KA. Spinal osteotomy for children with congenital scoliosis with unilateral unsegmented bar: Preliminary results. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(4):417–426. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS77239>

ОБОСНОВАНИЕ

Одностороннее блокирование боковых поверхностей тел позвонков является врожденной аномалией развития позвоночника, которую отличают быстрые темпы прогрессирования деформации [1, 2]. При частичном блокировании передних поверхностей тел позвонков формируется патологический кифоз, а нарушение сегментации задних и боковых отделов позвонков приводит к развитию патологического лордосколиоза [3, 4]. При нарушении сегментации боковых поверхностей тел позвонков говорят о так называемом несегментированном стержне (unsegmented bar), который представляет собой недифференцированные боковые поверхности тел двух позвонков и более (рис. 1).

Возможной причиной развития аномалии может быть нарушение эмбрионального развития в I триместре беременности [1]. Механизм развития аномалии заключается в одностороннем нарушении сегментации первичного позвонка, представленного мезенхимой, в результате чего образуется несегментированный стержень, соединяющий два соседних позвонка или более, при этом противоположная сторона, на которой сохранены зоны роста и часть межпозвонкового диска, развиваются нормально [5, 6]. Деформация в таком случае обусловлена разнонаправленным ростом тел позвонков на вогнутой и выпуклой сторонах. Нередко существующий при этом синостоз ребер приводит к асимметричному развитию грудной клетки и усугубляет деформацию [4, 7].

Точная частота встречаемости пациентов с врожденной деформацией позвоночника на фоне одностороннего нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков на территории Российской Федерации не известна [7–9].

Деформация грудной клетки в сочетании с аномалиями развития ребер в виде множественных синостозов на стороне несегментированного стержня обуславливает развитие прогрессирующей дыхательной недостаточности, что, по мнению ряда авторов, является наиболее значимым фактором снижения качества и продолжительности жизни пациентов с врожденным сколиозом [3, 6, 10]. При этом вопрос объективной оценки дыхательной функции у детей младшей возрастной группы до конца не изучен [7, 8].

Консервативные методы лечения пациентов с врожденными деформациями позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков абсолютно неэффективны [1, 4, 7].

Быстрое прогрессирование деформации позвоночника до 8–10° в год при данном варианте порока в условиях естественного течения приводит к формированию тяжелых и ригидных искривлений уже в раннем школьном возрасте [1] и диктует необходимость применения хирургического лечения [4, 9].

Один из вариантов хирургического лечения пациентов с нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков заключается в выполнении операции с целью разрушения ростовых зон и межпозвонковых дисков

на противоположной несегментированному стержню стороне в возрасте от 18 мес. [3]. Данная «профилактическая» операция позволяет избежать прогрессирования деформации позвоночника и в конечном счете снизить риски неврологических осложнений при окончательной корригирующей операции в подростковом возрасте [3]. Отрицательный эффект данного варианта хирургического вмешательства состоит в нарушении роста и развития грудного отдела позвоночника, что в свою очередь приводит к нарушению процесса развития легких [7, 9].

С целью решения проблемы нарушения развития грудной клетки предложено выполнение этапных оперативных вмешательств с использованием дистрагируемых реберно-реберных, реберно-позвоночных и реберно-тазовых конструкций, благодаря которым, по мнению ряда авторов, удастся замедлить темпы прогрессирования деформации позвоночника, а также улучшить качество жизни за счет увеличения пространства для роста и развития легких [8, 11, 12]. Однако при данных вмешательствах высока частота дестабилизации металлоконструкции и ревизионных операций [9].

Одномоментные корригирующие многоуровневые остеотомии позвоночника на вершине деформации, как правило, являются завершающим этапом хирургического лечения, их выполняют по окончании костного роста ребенка [12, 13]. Тем не менее в последнее время благодаря совершенствованию спинальных имплантатов и анестезиологического пособия данный метод лечения может быть применим и у детей раннего возраста.

Хирургическое лечение детей с нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков — сложный и актуальный вопрос, не имеющий однозначного решения [9].

В нашей работе представлены результаты хирургического лечения 33 детей с врожденным пороком развития позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков, а также методы и результаты хирургического лечения по данным литературы.

Цель — оценить результаты хирургического лечения детей с врожденным сколиозом на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков с применением корригирующей вертебротомии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данная работа является ретроспективным моноцентровым когортным исследованием. Проанализированы результаты хирургического лечения пациентов с врожденным сколиозом на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков, которым с целью коррекции искривления выполняли хирургическое вмешательство в объеме одномоментной корригирующей вертебротомии в отделении патологии позвоночника и нейрохирургии за период с сентября 2014 по январь 2020 г. Средний срок наблюдения составил 3 года, в среднем — от 1,5 до 6 лет.

Под нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков (несегментированный стержень) понимают



Рис. 1. Схематическое изображение — нарушение сегментации боковых поверхностей тел позвонков

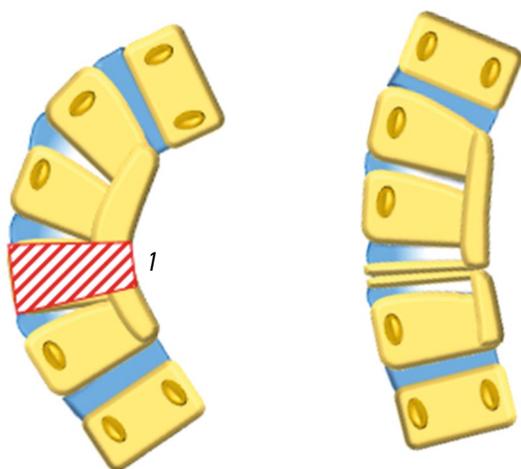


Рис. 2. Схема выполнения одномоментной корригирующей клиновидной вертебротомии на вершине несегментированного стержня. 1 — зона выполнения вертебротомии

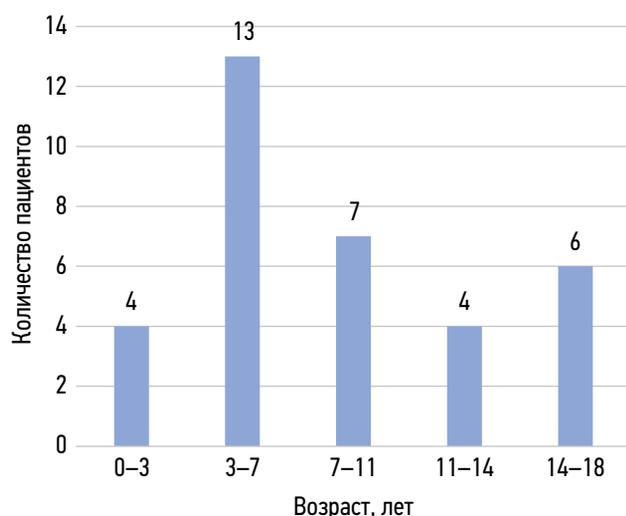


Рис. 3. Гистограмма распределения пациентов по возрастным группам

врожденную деформацию позвоночника, обусловленную костным блоком боковых поверхностей тел позвонков, поперечных отростков, и аномалию развития задних костных структур на этом же уровне.

Критерии включения в исследование: врожденная деформация позвоночника, вызванная нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков; локализация несегментированного стержня в грудном отделе позвоночника; отсутствие неврологических нарушений; оперативное вмешательство в объеме одномоментной корригирующей клиновидной вертебротомии (wedge osteotomy) (рис. 2) с последующей задней инструментальной фиксацией; возраст пациентов старше 2 лет и младше 18 лет на момент проведения вмешательства.

Критерии исключения из исследования: деформация позвоночника, обусловленная иными вариантами аномалии его развития; аномалии развития спинного мозга и позвоночного канала; неврологический дефицит; тяжелая сопутствующая соматическая патология внутренних органов; отказ пациента или его представителя от оперативного лечения и участия в исследовании.

Материалом для исследования послужили данные историй болезней, лучевого обследования (рентгенограммы, данные мультиспиральной компьютерной томографии) и магнитно-резонансной томографии 33 пациентов с врожденной деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей позвонков. Распределение по полу среди пациентов было следующее: девочек — 17, мальчиков — 16. Средний возраст на момент хирургического лечения составил 107,5 мес. (min — 36, max — 211; $M = 101$). Пациентов по возрасту распределяли на основании классификации, предложенной Н.П. Гундобиним (рис. 3).

Как видно из табл. 1 и рис. 3, среди пациентов преобладали дети младшей возрастной группы, что говорит о формировании и прогрессировании грубой деформации позвоночника уже в раннем возрасте.

Все пациенты проходили комплексное клиническое и лучевое обследование до и после оперативного вмешательства. Динамическое наблюдение после операции осуществляли с кратностью 2 раза в год. На основании рентгенографии позвоночника, выполненной в двух взаимно перпендикулярных проекциях, уточняли вариант аномалии развития, локализацию и протяженность несегментированного стержня, а также оценивали величину сколиотического и лордотического компонентов деформации позвоночника по методике Cobb до и после хирургического вмешательства. Мультиспиральную компьютерную томографию использовали для исключения интраканальной патологии, уточнения протяженности несегментированного стержня, планирования уровня выполнения вертебротомии и установки спинальных имплантатов, а также для подтверждения корректного положения металлоконструкции. Магнитно-резонансная томография позволяла исключить пороки развития спинного мозга и позвоночного канала.

Статистическая обработка полученных данных проведена в программе Wolfram Mathematica 11.0. Исследуемые параметры на нормальность распределения проверяли по критерию Шапиро – Уилка. Для всех параметров уровень двусторонней значимости составил $p > 0,05$, что свидетельствует о невозможности применения критериев нормального распределения, поэтому результаты представлены в виде гистограмм распределений (см. рис. 3), а также использованы медианные значения и межквартильные интервалы. Статистическую значимость различий оценивали с помощью критерия знаковых рангов Уилкоксона.

Всем пациентам проводили оперативное лечение в объеме одномоментной корригирующей клиновидной вертебротомии на вершине деформации позвоночника с последующей коррекцией и стабилизацией деформации с помощью двухстержневой многоопорной металлоконструкции.

Техника хирургического вмешательства. Из дорсального доступа по средней линии в проекции остистых отростков позвонков выполняли кожный разрез, после чего осуществляли скелетирование дорсальных структур позвонков. После визуального контроля и проведения рентгенографии с применением рентген-контрастной метки определяли место вертебротомии (на уровне вершинного позвонка). В телах смежных позвонков формировали каналы для установки транспедикулярных винтов. При отсутствии возможности транспедикулярной фиксации использовали ламинарные крюки. После рентгенологического контроля корректности положения опорных элементов приступали к вертебротомии. Удаляли поперечный отросток вершинного позвонка, часть дуги на выпуклой стороне деформации и фрагмент ребра на протяжении 2,0 см от реберно-позвоночного сочленения. Затем

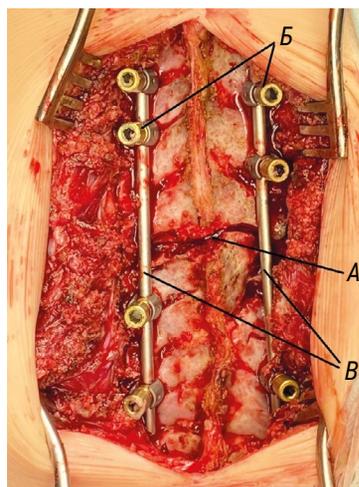


Рис. 4. Вид зоны хирургического вмешательства после клиновидной вертебротомии: А — зона выполнения вертебротомии; Б — опорные элементы, установленные по обеим сторонам деформации, с фиксированными стержнями; В — стержни, изогнутые в соответствии с физиологическим профилем позвоночника, после сегментарной коррекции

транспедикулярно с применением ложек Фолькмана и конхотомов выполняли клиновидную резекцию тела позвонка с вершиной, обращенной к вогнутой стороне искривления, с сохранением краниальной и каудальной костных пластинок. После чего в опорных элементах, установленных по обеим сторонам деформации, фиксировали стержни, изогнутые в соответствии с физиологическим профилем позвоночника, и осуществляли сегментарную коррекцию (рис. 4). Величину коррекции и правильность положения опорных элементов оценивали при помощи интраоперационной рентгенографии (рис. 5). Оперативное вмешательство завершали спондилодезом с использованием аутокости, рану дренировали и ушивали.

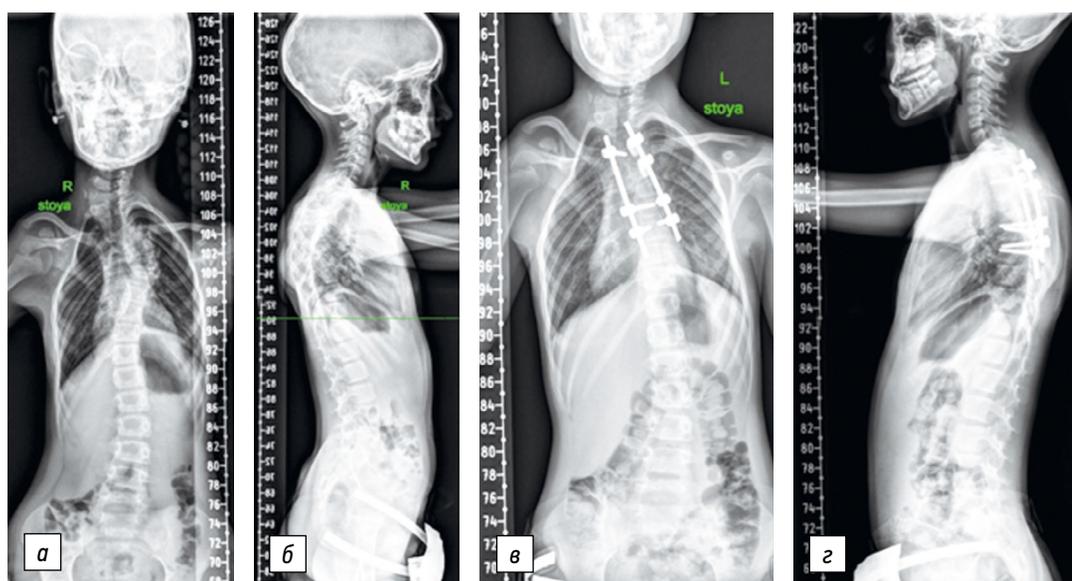


Рис. 5. Панорамная рентгенограмма позвоночника в прямой и боковой проекциях до (а, б) и после (в, з) операции. Пациентка, 9 лет, после корригирующей клиновидной вертебротомии с коррекцией и стабилизацией деформации позвоночника многоопорной корригирующей системой

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов врожденная деформация позвоночника была обусловлена нарушениями сегментации позвонков в грудном отделе позвоночника. Медианное значение (*M*) возраста пациентов, включенных в исследование, на момент хирургического лечения составляло 101 мес., возрастной диапазон — от 36 до 211 мес.

Вершина деформации у пациентов локализовалась в позвонках Th₄–Th₉ и всегда соответствовала среднему позвоночно-двигательному сегменту, включенному в несегментированный стержень.

Среднее количество позвонков в несегментированном стержне составляло 6 (от 4 до 8 грудных позвонков).

Показанием к хирургическому вмешательству с целью коррекции искривления позвоночного столба являлись прогрессирование врожденной сколиотической деформации и патологический лордоз. Патологический лордоз в грудном отделе позвоночника обусловлен характером врожденного искривления и происходящими на этом уровне нарушениями развития костных структур позвонков и позвоночника в целом в процессе роста ребенка.

Среднее значение величины сколиотической деформации по Cobb составило 31,4° (min — 20°, max — 80°), медианное — 31°, межквартильный интервал (IQR) — 30,5. Среднее значение величины патологического лордоза в грудном отделе позвоночника до хирургического лечения составило 34,7° (min — 15°, max — 56°), медианное — 29° по Cobb, а IQR — 29,5. Структуральных компенсаторных противодуг у пациентов с данным вариантом врожденной деформации до операции не отмечено. В табл. 1 представлено распределение средней величины локальной деформации позвоночника в зависимости от возрастной группы.

Всем пациентам было выполнено хирургическое лечение в объеме клиновидной вертебротомии на вершине искривления с последующей коррекцией деформации и стабилизацией достигнутого результата. Основная цель хирургического лечения — коррекция врожденной

деформации позвоночника, создание условий для восстановления или улучшения показателей фронтального и сагиттального профилей грудного отдела позвоночника.

Величина коррекции сколиотического компонента деформации составила 61 % (медиана коррекции — 84 %) (медианное значение после вмешательства — 5° по Cobb, IQR — 14,5). Величина коррекции лордоза — 42 % (медиана коррекции — 41 %) (медианное значение после вмешательства — 17° по Cobb, IQR — 14,5). Распределение указанных величин в зависимости от возрастных групп представлено в табл. 2. При сравнении достоверности различий распределений с применением *t*-критерия Уилкоксона $p < 0,05$.

У пациентов младшей и средней возрастной группы в послеоперационном периоде корсет применяли с целью облегчения адаптации, воздействие ортеза на коррекцию деформации в рамках данной работы не оценивали.

Длительность наблюдения за пациентами составила от 2 до 6 лет, средний срок наблюдения — 3 года после операции. Контрольные осмотр и рентгенографию позвоночника проводили каждые 6 мес. За период наблюдения не отмечали прогрессирования деформации, дестабилизация металлоконструкции наблюдалась у одного пациента в связи с первоначальной деформацией позвоночника более 100° и несоблюдением ортопедического режима.

Для всех параметров уровень двусторонней значимости составил $p > 0,05$, что свидетельствует о невозможности применения критериев нормального распределения, в связи с чем результаты представлены в виде гистограмм распределений, а также вычислены медианные значения и межквартильные интервалы.

При сравнении достоверности различий распределения с помощью *t*-критерия Уилкоксона выявлено, что значения величины деформации позвоночника до и после операции были достоверно различны ($p < 0,05$). Графики распределения указанных величин представлены на рис. 6.

В раннем послеоперационном периоде у двух пациентов с локализацией несегментированного стержня на уровне позвонков Th₂–Th₅ были отмечены осложнения

Таблица 1. Величина деформации позвоночника у исследуемых пациентов до операции

Деформация	Возраст пациентов, лет				
	0–3 года	3–7 лет	7–11 лет	11–14 лет	14–18 лет
Локальная сколиотическая	23,8	28,6	31,7	45,3	33,2
Локальная лордотическая	32,8	30,8	37,9	41,8	40,3

Таблица 2. Величина деформации позвоночника у исследуемых пациентов после операции

Возраст, лет	Деформация, град.		Коррекция деформации, %	
	локальный сколиоз	локальный лордоз	локальный сколиоз	локальный лордоз
0–3	13,3	21,8	44,2	33,6
3–7	8,5	15,1	70,2	51,0
7–11	12,4	17,0	60,8	58,4
11–14	14,0	24,5	69,1	41,3
14–18	13,7	29,8	58,8	26,0

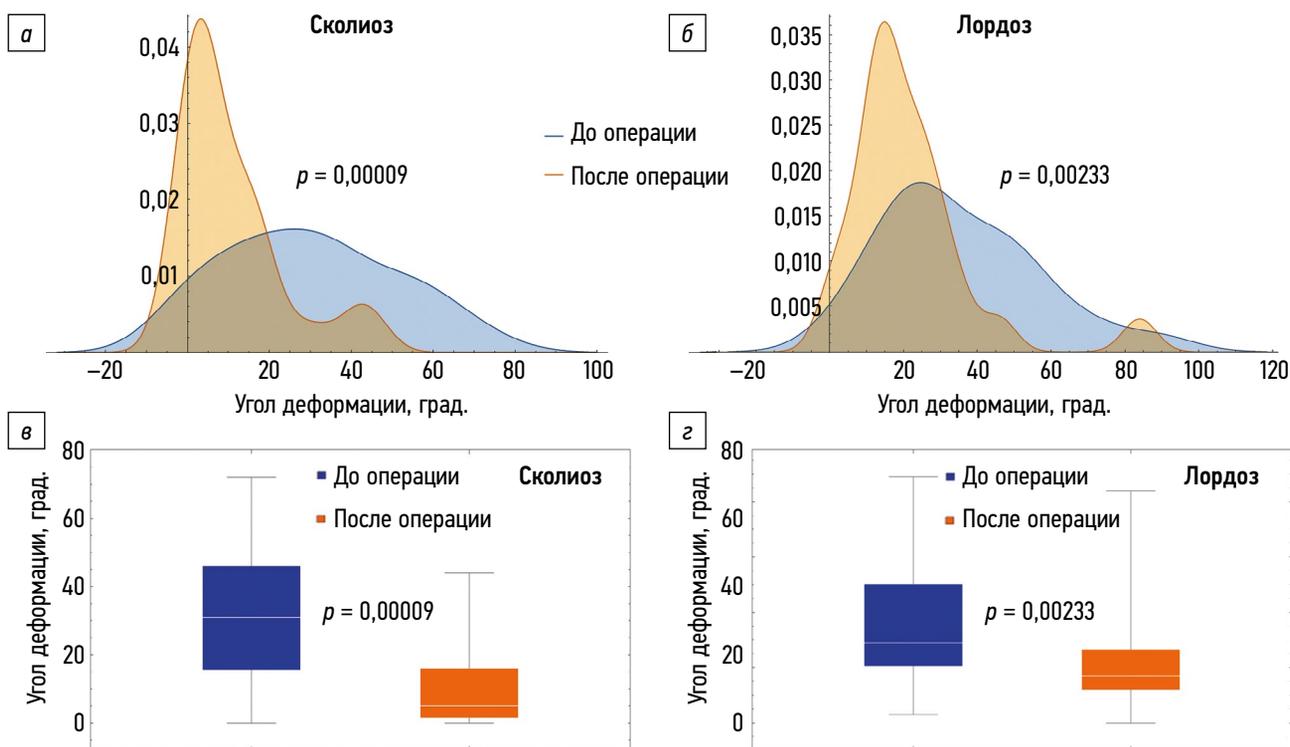


Рис. 6. Распределение величин деформации грудного отдела позвоночника (сколиоз и лордоз) до и после вмешательства: а, в — распределение величин угла деформации в форматах гистограммы и box-plot для пациентов со сколиозом; б, з — распределение величин угла деформации в форматах гистограммы и box-plot для пациентов с патологическим лордозом

в виде транзиторного неврологического дефицита, который проявлялся односторонним снижением силы верхней конечности на стороне выполнения транспедикулярной клиновидной вертебротомии, а также развитием синдрома Горнера. На фоне консервативного лечения неврологическая симптоматика регрессировала к 14-м суткам после операции у обоих пациентов. У одного пациента зафиксирована дестабилизация металлоконструкции через 3 мес. после хирургического лечения в виде перелома стержня, что было обусловлено нарушением ортопедического режима. У всех остальных пациентов положение металлоконструкции по данным мультиспиральной компьютерной томографии на протяжении всего периода наблюдения оставалось стабильным и корректным.

Средняя протяженность инструментального блока у пациентов, включенных в исследование, составила от 5 до 9 позвонков, в среднем 6 позвонков.

За период наблюдения у пациентов, включенных в исследование, не произошло потери достигнутой коррекции деформации позвоночника.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нарушение сегментации боковых поверхностей тел позвонков является одним из вариантов аномалии развития позвонков, приводящих к формированию тяжелой и быстро прогрессирующей деформации позвоночного столба. Наиболее быстрые темпы прогрессирования отмечают в периоды активного роста ребенка [9, 14].

Ограниченное количество исследований, а также разнообразные клинико-рентгенологические проявления заболевания не позволяют сделать однозначные выводы относительно оптимальных методов хирургической коррекции врожденной деформации позвоночника при данном варианте порока [6, 12, 15].

Практически все найденные нами исследования представляют собой небольшие серии случаев с группами от 4 до 20 детей с врожденной деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков и синостозом ребер.

К классическим методам хирургического лечения тяжелых деформаций позвоночника, в том числе врожденных деформаций, относят подход 360° [13], а именно удаление межпозвонковых дисков с последующей дорсальной инструментацией; эта методика в настоящее время имеет исторический интерес и не используется на протяжении последних лет [16]. В связи с ограничением роста грудного отдела позвоночника у таких пациентов неизбежно нарушается развитие легких, что в последующем может привести к снижению качества и продолжительности жизни вследствие формирования вторичной легочной гипертензии [8].

Для решения данной проблемы в конце 80-х годов XX в. были предложены устройства, позволяющие одновременно обеспечить возможность развития органов грудной клетки и опосредованно получить коррекцию врожденной деформации. Их недостатками являются необходимость выполнения этапных дистракций в условиях

общей анестезии, высокая частота дестабилизации металлоконструкции, развитие инфекционных осложнений вследствие трофических нарушений со стороны кожных покровов в зоне имплантации [17, 18].

Выполнение корригирующих вертебротомий у пациентов раннего возраста всегда было ограничено необходимостью проведения протяженной инструментальной фиксации, что само по себе также нарушало процесс нормального развития грудного отдела позвоночника [17, 19]. Однако по мере совершенствования спинальных имплантатов, техники хирургического вмешательства, оказания анестезиологического пособия и появления кровесберегающих технологий данный вариант хирургического вмешательства все шире применяют у пациентов раннего возраста [9].

Впервые остеотомию позвоночника в объеме удаления полупозвонка описал в 1922 г. MacLennan. В последующем данный метод хирургического лечения претерпел ряд изменений и модификаций, приобретая различные формы. Авторы сообщали о коррекции деформации, восстановлении равновесия и крайне низкой частоте осложнений [1, 6]. Появление современного низкопрофильного сегментарного инструментария делает возможным использование современных высокоэффективных методов хирургического лечения у пациентов педиатрического профиля [8].

Так, С. Li и J. Shen [19] представили результаты лечения 31 и 12 пациентов соответственно с тяжелой степенью сколиоза (в среднем 98°). В ходе исследований пациентам выполняли передний релиз на высоте деформации позвоночника с последующей задней фиксацией оперированного сегмента. Результатом хирургического вмешательства являлось исправление исходного искривления в среднем на 50 %. В то же время авторы указывают на высокую травматичность и большое количество осложнений, связанных с повреждением органов грудной клетки.

Один из возможных способов хирургического лечения, предложенный Chao Li и соавт., — двухуровневая остеотомия позвоночника вне зоны несегментированного стержня из дорсального доступа в сочетании с релизом позвоночно-реберных суставов с вогнутой стороны искривления [1]. Авторы описали результаты лечения 10 пациентов, средний возраст которых был 17,1 года. Средняя степень коррекции во фронтальной плоскости, по данным авторов, составила 66 %, а коррекция кифоза в среднем — 61 %.

Иной подход в лечении врожденной деформации грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации позвонков использовали S.I. Suk и соавт. [20]. Коррекция врожденной деформации позвоночного столба путем задней VCR с последующей задней фиксацией была выполнена 16 пациентам. Благодаря оперативному пособию удалось добиться практически 60 % коррекции деформации (средняя величина сколиотического компонента деформации позвоночника до операции составляла 109° по Cobb; после операции — 46° по Cobb). Однако авторы указывают на высокую частоту (до 25 %) развития тяжелых осложнений (в том числе стойких неврологических)

в связи с неизбежной трансляцией и компрессией спинного мозга во время остеотомии.

Результаты нашей работы демонстрируют эффективность одномоментной корригирующей вертебротомии у пациентов детского возраста с деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации позвонков. С помощью транспедикулярной фиксации была минимизирована протяженность металлоконструкции и получена значительная коррекция, что обеспечило условия для продолжения роста и развития грудного отдела позвоночника. Минимальное количество осложнений, которые мы наблюдали, позволяет считать эту методику относительно безопасной. Недостатком нашего исследования является малое количество пациентов, которое можно объяснить низкой частотой встречаемости данного вида порока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Быстрое прогрессирование деформации позвоночника и отсутствие универсального метода хирургического лечения пациентов с односторонним нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков обуславливают необходимость поиска наиболее оптимального варианта оперативного вмешательства. Одномоментная корригирующая вертебротомия у пациентов детского возраста с деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков является эффективным методом хирургического лечения и позволяет избежать тяжелых неврологических осложнений. С помощью данного метода удается добиться в среднем 61 % коррекции сколиотического компонента деформации и 41 % коррекции лордотической деформации, что создает оптимальные условия для развития позвоночного столба в ближайшее время после операции. На протяжении всего периода наблюдения ни одному из пациентов не потребовалось этапного хирургического вмешательства.

Предварительные результаты одномоментных корригирующих вертебротомий у детей с данным вариантом порока показали возможность эффективной коррекции врожденной деформации, обеспечили условия для дальнейшего развития позвоночника в физиологически выгодном положении и стабильность достигнутого результата лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Отсутствует.

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

Этическая экспертиза. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России (протокол № 20-3 от 20.11.2020).

У представителей пациентов было получено письменное согласие на обработку и публикацию персональных данных.

Вклад авторов. С.В. Виссарионов — формулировка цели и разработка дизайна исследования, хирургическое

лечение пациентов. *М.С. Асадулаев* — написание всех разделов статьи, сбор и анализ данных, анализ литературы. *М.А. Хардииков* — сбор и анализ данных, анализ литературы, этапное редактирование текста статьи, оформление списка литературы. *А.С. Шабунин* — статистическая обработка полученных данных, этапное редактирование текста статьи, перевод резюме и информации об авторах на английский язык.

Н.О. Хусаинов — этапное и заключительное редактирование текста статьи, хирургическое лечение пациентов. *К.А. Картавенко* — этапное редактирование текста статьи, сбор данных, хирургическое лечение пациентов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Li C., Fu Q., Zhou Y. et al. Surgical treatment of severe congenital scoliosis with unilateral unsegmented bar by concave costovertebral joint release and both-ends wedge osteotomy via posterior approach // *Eur. Spine J.* 2012. Vol. 21. No. 3. P. 498–505. DOI: 10.1007/s00586-011-1972-6
2. Stevenson A., McCarthy S., Kalmey J., Kulesza R. Anatomical dissection of a cadaver with congenital scoliosis // *Folia Morphol. (Warsz)*. 2014. Vol. 73. No. 3. P. 389–94. DOI: 10.5603/FM.2014.0058
3. Колесов С.В. Хирургия деформаций позвоночника / под ред. П. Миронова. Москва: Авторская академия, 2014.
4. Виссаронов С.В., Баиндурашвили А.Г., Хусаинов Н.О. и др. Особенности лучевой картины у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков // *Травматология и ортопедия России*. 2018. № 2. DOI: 10.17513/spno.27440
5. McMaster M.J., McMaster M.E. Prognosis for congenital scoliosis due to a unilateral failure of vertebral segmentation // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2013. Vol. 95. No. 11. P. 972–929. DOI: 10.2106/JBJS.L.01096. PMID: 23780534
6. Winter R.B. Congenital thoracic scoliosis with unilateral unsegmented bar, convex hemivertebrae, and fused concave ribs with severe progression after posterior fusion at age 2: 40-year follow-up after revision anterior and posterior surgery at age 8 // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012. Vol. 37. No. 8. P. E507–510. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31824ac401
7. Рябых С.О., Ульрих Э.В. Синдром торакальной недостаточности при врожденном сколиозе // *Вестник хирургии*. 2011. № 4. С. 73–78.
8. Михайловский М.В., Суздалов В.А. Синдром торакальной недостаточности при инфантильном врожденном сколиозе // *Хирургия позвоночника*. 2010. № 3. С. 20–28. DOI: 10.14531/ss2010.3.20-28
9. Виссаронов С.В., Хусаинов Н.О., Кокушин Д.Н. Анализ результатов хирургического лечения детей с множественными аномалиями развития позвонков и грудной клетки с использованием внепозвоночных металлоконструкций // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2017. Т. 5. № 2. С. 5–12. DOI: 10.17816/PTORS525-12

10. Ha K.Y., Suh S.W., Kim Y.H., Kim S.I. Long-term management of congenital lordoscoliosis of the thoracic spine // *Eur. Spine J.* 2017. Vol. 26. Suppl 1. P. 47–52. DOI: 10.1007/s00586-016-4711-1
11. Murphy R.F., Pacult M.A., Barfield W.R. et al. Experience with definitive instrumented final fusion after posterior-based distraction lengthening in patients with early-onset spinal deformity: single center results // *J. Pediatr. Orthop. B.* 2019. Vol. 28. No. 1. P. 10–16. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000559
12. Lattig F., Taurman R., Hell A.K. Treatment of early-onset spinal deformity (EOSD) with VEPTR: A challenge for the final correction spondylodesis – a case series // *Clin. Spine Surg.* 2016. Vol. 29. No. 5. P. E246–251. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31826eaf27
13. Iyer S., Duah H.O., Wulff I. et al; FOCOS Spine Research Group. The use of halo gravity traction in the treatment of severe early onset spinal deformity // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019. Vol. 44. No. 14. P. E841–E845. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002997
14. Lonstein J.E. Long-term outcome of early fusions for congenital scoliosis // *Spine deformity*. 2018. Vol. 6. No. 5. P. 552–559.
15. Hensinger R.N. Congenital scoliosis: etiology and associations // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009. Vol. 34. No. 17. P. 1745–1750. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181abf69e
16. Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Трехколонные вертебротомии вне апикальной зоны как способ коррекции деформаций шейно-грудного перехода: анализ клинической серии и данных литературы // *Хирургия позвоночника*. 2017. Т. 14. № 3. С. 15–22. DOI: 10.14531/ss2017.3.15-22
17. Dayer R., Ceroni D., Lascombes P. Treatment of congenital thoracic scoliosis with associated rib fusions using VEPTR expansion thoracostomy: a surgical technique // *Eur. Spine J.* 2014. Vol. 23. No. 4. P. 424–431. DOI: 10.1007/s00586-014-3338-3
18. Akbarnia B.A., Emans J.B. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis // *Spine*. 2010. Vol. 35. No. 25. P. 2193–2204.
19. Li C., Zhou Y., Fu Q. et al. Treating severe and rigid kyphoscoliosis with posterior thoracic intervertebral space release and wedge osteotomy // *Chin. J. Orthop.* 2008. Vol. 28. No. 6. P. 448–452. DOI: 10.3321/j.issn:0253-2352.2008.06.003
20. Suk S.I., Chung E.R., Kim J.H. et al. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis // *Spine*. 2005. Vol. 30. No. 14. P. 1682–1687. DOI: 10.1097/01.brs.0000170590.21071.c1

REFERENCES

1. Li C, Fu Q, Zhou Y, Yu H, Zhao G. Surgical treatment of severe congenital scoliosis with unilateral unsegmented bar by concave costovertebral joint release and both-ends wedge osteotomy via posterior approach. *Eur Spine J.* 2012;21(3):498–505. DOI: 10.1007/s00586-011-1972-6
2. Stevenson A, McCarthy S, Kalmey J, Kulesza R. Anatomical dissection of a cadaver with congenital scoliosis. *Folia Morphol (Warsz)*. 2014;73(3):389–394. DOI: 10.5603/FM.2014.0058
3. Kolesov SV. *Hirurgiya deformacij pozvonochnika*. P. Mironova, ed. Moscow: Avtorskaya Akademiya; 2014.
4. Vissarionov SV, Baidurashvili AG, Khusainov NO, et al. Comparative analysis of the results for surgical treatment of patients with congenital thoracic spine deformities (preliminary results). *Modern Problems of Science and Education*. 2018;(2). (In Russ.). DOI: 10.17513/spno.27440
5. McMaster MJ, McMaster ME. Prognosis for congenital scoliosis due to a unilateral failure of vertebral segmentation. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(11):972–979. DOI: 10.2106/JBJS.L.01096
6. Winter RB. Congenital thoracic scoliosis with unilateral unsegmented bar, convex hemivertebrae, and fused concave ribs with

severe progression after posterior fusion at age 2: 40-year follow-up after revision anterior and posterior surgery at age 8. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(8):E507–510. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31824ac401

7. Ryabikh SO, Ul'rikh EV. Thoracic insufficiency syndrome in congenital scoliosis. *Vestn Khir Im I I Grek*. 2011;170(4):73–78. (In Russ.)

8. Mikhailovsky MV, Suzdalov VA. Thoracic insufficiency syndrome in infantile congenital scoliosis. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2010;(3):20–28. (In Russ.) DOI: 10.14531/ss2010.3.20-28

9. Vissarionov SV, Khusainov NO, Kokushin DN. Analysis of results of treatment without-of-spinebased implants in patients with multiple congenital anomalies of the spine and thorax. *Pediatric, Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2017;5(2):5–12. DOI: 10.17816/PTORS525-12

10. Ha KY, Suh SW, Kim YH, Kim SI. Long-term management of congenital lordoscoliosis of the thoracic spine. *Eur Spine J*. 2017;26(Suppl 1):47–52. DOI: 10.1007/s00586-016-4711-1

11. Murphy RF, Pacult MA, Barfield WR, et al. Experience with definitive instrumented final fusion after posterior-based distraction lengthening in patients with early-onset spinal deformity: single center results. *J Pediatr Orthop B*. 2019;28(1):10–16. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000559

12. Lattig F, Taurman R, Hell AK. Treatment of early-onset spinal deformity (EOSD) with VEPTR: A challenge for the final correction spondylodesis – a case series. *Clin Spine Surg*. 2016;29(5):E246–251. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31826eaf27

13. Iyer S, Duah HO, Wulff I, et al.; FOCOS Spine Research Group. The use of halo gravity traction in the treatment of severe early onset spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44(14):E841–E845. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002997

14. Lonstein JE. Long-term outcome of early fusions for congenital scoliosis. *Spine deformity*. 2018;6(5):552–559.

15. Hensinger RN. Congenital scoliosis: etiology and associations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1745–1750. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181abf69e

16. Ryabikh SO, Filatov EYu, Savin DM. Three column vertebrectomy outside the apical zone as a method for correction of cervicothoracic junction deformities: analysis of clinical series and literature data. *Hirurgiâ pozvonočnika (Spine Surgery)*. 2017;14(3):15–22. DOI: 10.14531/ss2017.3.15-22

17. Dayer R, Ceroni D, Lascombes P. Treatment of congenital thoracic scoliosis with associated rib fusions using VEPTR expansion thoracostomy: a surgical technique. *European Spine Journal*. 2014;23(4):424–431. DOI: 10.1007/s00586-014-3338-3

18. Akbarnia BA, Emans JB. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis. *Spine*. 2010;35(25):2193–2204.

19. Li C, Zhou Y, Fu Q et al. Treating severe and rigid kyphoscoliosis with posterior thoracic intervertebral space release and wedge osteotomy. *Chin J Orthop*. 2008;28(6):448–452. DOI: 10.3321/j.issn:0253-2352.2008.06.003

20. Suk SI, Chung ER, Kim JH, et al. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine*. 2005;30(14):1682–1687. DOI: 10.1097/01.brs.0000170590.21071.c1

ОБ АВТОРАХ

Сергей Валентинович Виссарионов, д-р мед. наук, профессор, чл.-корр. РАН;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>;
eLibrary SPIN: 7125-4930; ResearcherID: P-8596-2015;
Scopus Author ID: 6504128319; e-mail: vissarionovs@gmail.com

* **Марат Сергеевич Асадулаев**, аспирант;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург,
Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1768-2402>;
eLibrary SPIN: 3336-8996; Scopus Author ID: 57191618743;
e-mail: marat.asadulaev@yandex.ru

Михаил Александрович Хардинов, аспирант;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8269-0900>;
Scopus Author ID: 57203014683; eLibrary SPIN: 3378-7685;
e-mail: denica1990@bk.ru

Антон Сергеевич Шабунин, научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8883-0580>;
eLibrary SPIN: 1260-5644; Scopus Author ID: 57191623923;
e-mail: anton-shab@yandex.ru

Никита Олегович Хусаинов, канд. мед. наук, научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-3796>;
eLibrary SPIN: 8953-5229; ResearcherID: AAM-4494-2020;
Scopus Author ID: 57193274791; e-mail: nikita_husainov@mail.ru

Кирилл Александрович Картавенко, канд. мед. наук, врач — травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6112-3309>;
eLibrary SPIN: 5341-4492; Scopus Author ID: 57193272063;
e-mail: med-kart@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Sergei V. Vissarionov, MD, PhD, D.Sc.,
Professor, Corresponding Member of RAS;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>;
eLibrary SPIN: 7125-4930; ResearcherID: P-8596-2015;
Scopus Author ID: 6504128319; e-mail: vissarionovs@gmail.com

* **Marat S. Asadulaev**, MD, PhD student;
address: 64–68 Parkovaya str., Pushkin,
Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1768-2402>;
eLibrary SPIN: 3336-8996; Scopus Author ID: 57191618743;
e-mail: marat.asadulaev@yandex.ru

Mikhail A. Khardikov, MD, PhD student;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8269-0900>;
Scopus Author ID: 57203014683; eLibrary SPIN: 3378-7685;
e-mail: denica1990@bk.ru

Anton S. Shabunin, Research Associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8883-0580>;
eLibrary SPIN: 1260-5644; Scopus Author ID: 57191623923;
e-mail: anton-shab@yandex.ru

Nikita O. Khusainov, MD, PhD, Research Associate;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-3796>;
eLibrary SPIN: 8953-5229; ResearcherID: AAM-4494-2020;
Scopus Author ID: 57193274791; e-mail: nikita_husainov@mail.ru

Kirill A. Kartavenko, MD, PhD,
paediatric orthopaedic surgeon;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6112-3309>;
eLibrary SPIN: 5341-4492; Scopus Author ID: 57193272063;
e-mail: med-kart@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author