



ТРЕХКОЛОННАЯ ОСТЕОТОМИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ РЕВИЗИОННОМ ВМЕШАТЕЛЬСТВЕ У ПАЦИЕНТКИ С ВРОЖДЕННЫМ АНГУЛЯРНЫМ ГРУДОПОЯСНИЧНЫМ КИФOSКОЛИОЗОМ

А.А. Пантелеев, М.Л. Сажнев, Д.С. Горбатюк, А.И. Казьмин, В.С. Переверзев, С.В. Колесов

*Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия*

Представлен клинический случай хирургического лечения пациентки подросткового возраста со множественными аномалиями развития, врожденным груднопоясничным кифосколиозом, грубым нижним парапарезом и нарушением функций тазовых органов, а также обзор литературы по рассматриваемой проблеме. В ходе лечения в течение нескольких лет проводили неоднократные ревизионные хирургические вмешательства из-за развития нестабильности металлоконструкции, инфекционных осложнений. Последним этапом пациентке выполнили трехколонную остеотомию позвоночника на вершине деформации с дорсальной фиксацией металлоконструкцией. Достигнута значительная коррекция деформации. По итогам 18-месячного наблюдения коррекция сохраняется, металлоконструкция стабильна. Пациентка отмечает значительное повышение качества жизни.

Ключевые слова: врожденный кифоз, трехколонная остеотомия, деформации детского возраста, дорсальная фиксация, ревизионное вмешательство.

Для цитирования: Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Горбатюк Д.С., Казьмин А.И., Переверзев В.С., Колесов С.В. Трехколонная остеотомия позвоночника при ревизионном вмешательстве у пациентки с врожденным ангулярным груднопоясничным кифосколиозом // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 3. С. 30–38. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.30-38>.

THREE-COLUMN OSTEOTOMY OF THE SPINE DURING REVISION SURGERY IN A PATIENT WITH CONGENITAL ANGULAR THORACOLUMBAR KYPHOSCOLIOSIS

A.A. Panteleyev, M.L. Sazhnev, D.S. Gorbatyuk, A.I. Kazmin, V.S. Pereverzev, S.V. Kolesov

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia

A clinical case of surgical treatment of a female adolescent patient with multiple malformations, congenital thoracolumbar kyphoscoliosis, severe lower paraparesis and impaired functions of pelvic organs is presented with a review of the literature on the problem under consideration. During the course of treatment over several years, the patient underwent repeated revision surgical interventions because of implant instability and infectious complications. The last stage of treatment included a three-column osteotomy of the spine at the deformity apex with posterior instrumented fixation. A significant correction of the deformity was achieved. Based on the results of 18-month follow-up, the correction is maintained, the implant is stable. The patient reports a significant improvement in the quality of life.

Key Words: congenital kyphosis, three-column osteotomy, pediatric deformities, posterior fixation, revision intervention.

Please cite this paper as: Panteleyev AA, Sazhnev ML, Gorbatyuk DS, Kazmin AI, Pereverzev VS, Kolesov S.V. Three-column osteotomy of the spine during revision surgery in a patient with congenital angular thoracolumbar kyphoscoliosis. *Hir. Pozvonoc.* 2018;15(3):30–38. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.30-38>.

Врожденная кифотическая либо кифосколиотическая деформация вызвана аномалиями развития позвонков, препятствующими продольному росту передней части тел позвонков. Изолированный ангулярный кифоз достаточно редко встречается у детей, однако характеризуется значительными осложнениями при отсутствии лечения [23]. У большинства таких пациентов присутствует смешанная (кифо-

сколиотическая) деформация [5, 20, 34, 43].

Многие врожденные кифотические деформации прогрессируют и в дальнейшем становятся ригидными [15]. Рост передней части позвонка останавливается, кифоз постепенно увеличивается за счет роста в области задней колонны до окончания формирования позвоночника в целом. Прогрессирование дефор-

мации может приводить к дыхательной недостаточности и неврологическому дефициту [39]. Результаты корсетотерапии практически всегда неудовлетворительные, поэтому в случаях тяжелых косметических дефектов, прогрессирования деформации, неврологического дефицита или нарушения работы внутренних органов показано оперативное лечение [31]. Исторически методы лечения вклю-



Рис. 1

Внешний вид пациентки в возрасте 7 лет: выраженная кифосколиотическая деформация и пролежень в проекции вершины деформации



Рис. 2

Рентгенограммы пациентки: выраженная кифотическая деформация и нарушение формирования позвонков L₁, L₂, гипоплазия костей таза

чали стабилизацию *in situ*, реконструкцию передней колонны позвоночника, педикулярную субтракционную остеотомию, дорсальную резекцию позвоночного столба [2, 3, 6, 16]. Результаты

большого числа клинических исследований показали, что дорсальная трехколонная остеотомия – наиболее эффективное вмешательство при коррекции тяжелого ангулярного кифоза

[18, 35, 36, 40]. В данной статье приводим опыт ревизионного хирургического лечения изолированного ангулярного груднопоясничного кифоза у пациентки подросткового возраста при помощи дорсальной трехколонной остеотомии.

Пациентке с множественными аномалиями развития и врожденным ангулярным груднопоясничным кифосколиозом проводилось многократное хирургическое лечение в условиях нашего стационара. Кифосколиотическая деформация диагностирована при рождении. С раннего возраста наблюдались грубый нижний парализ и нарушение функции тазовых органов. Наследственный анамнез не отягощен. В возрасте 1 мес. пациентке провели хирургическое лечение по поводу спинального дизрафизма, грыжи твердой мозговой оболочки, в возрасте 5 мес. – вентрикулоперитонеальное шунтирование по поводу гидроцефалии. В раннем детском возрасте был диагностирован синдром Леннокса – Гасто. В 5-летнем возрасте деформация начала интенсивно прогрессировать, с постоянным формированием пролежней в проекции ее вершины. В тот же период у пациентки выявили клинические и МРТ-признаки мальформации Арнольда – Киари, провели хирургическую декомпрессию задней черепной ямки, резекцию задней дуги С₁ позвонка, субпиальную резекцию диспластичных миндалин мозжечка с последующей пластикой твердой мозговой оболочки. В возрасте 7 лет пациентку консультировали по поводу прогрессирования кифосколиотической деформации с развитием нижней парализгии.

Данные клинического осмотра: отсутствие двигательной активности и чувствительности в нижних конечностях, нарушение функции тазовых органов (нейрогенный мочевой пузырь, недержание кала). Визуально определяется выраженная кифосколиотическая деформация, послеоперационные рубцы после предыдущих вмешательств, а также пролежень в проекции вершины деформации (рис. 1). Дыхательная функция умеренно нару-

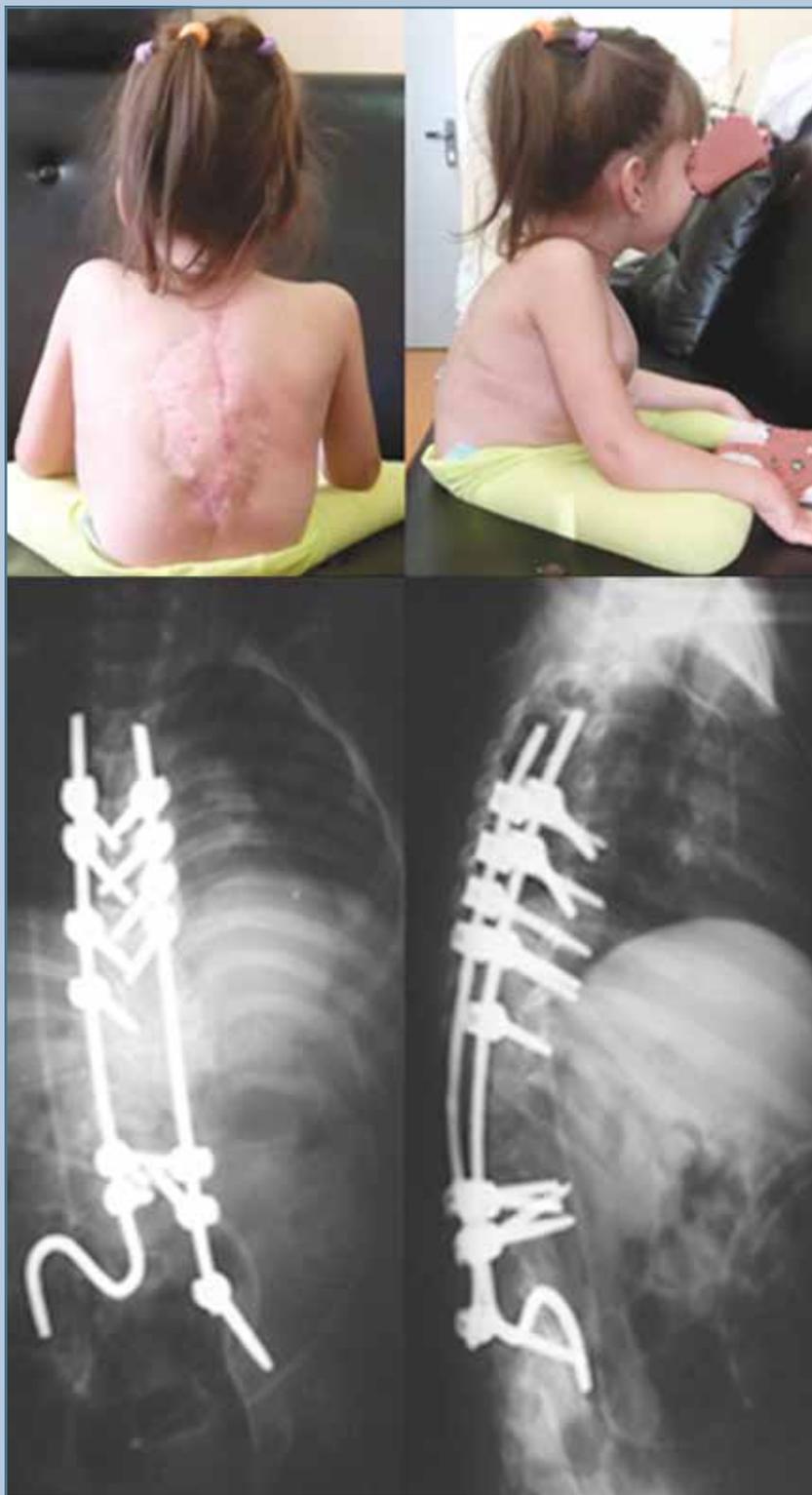


Рис. 3

Внешний вид и рентгенограммы пациентки через 1 мес. после операции: частичная коррекция деформации в результате оперативного вмешательства

шена. Рентгенологически отмечался ангулярный грудопоясничный кифосколиоз с нарушением сегментации позвонков L₁–L₂, при этом дуга деформации между Th₈ и S₁ характеризовалась кифозом в 93° и сколиозом в 34° (рис. 2). Дефекты дужек позвонков определялись на уровнях с Th₁₁ по S₁. По данным МРТ выявлена тяжелая деформация спинного мозга с выраженной компрессией и миелопатией на вершине деформации.

Консилиумом принято решение о необходимости хирургической коррекции кифотической деформации, декомпрессии содержимого позвоночного канала по причине развития неврологических осложнений, компретирования дыхательной функции и хронического формирования пролежней на вершине деформации. Пациентке провели дорсальную резекцию позвоночного столба на уровне L₁ и фиксацию позвоночника металлоконструкцией от среднегрудного отдела до подвздошных костей, при этом достигнута частичная коррекция кифотической деформации (около 37°; рис. 3). Однако спустя год у пациентки развилась нестабильность в области нижнего полюса металлоконструкции справа, при осмотре стержень выступал подкожно.

В ходе оперативного вмешательства правый стержень и два дистальных винта были удалены, однако в течение следующего года развилось нагноение области металлоконструкции, что привело к формированию свищевого хода с периодическими эпизодами повышения температуры тела (рис. 4). В ходе очередного оперативного вмешательства удалили второй стержень и остальные элементы металлоконструкции, за исключением винтов в грудном отделе (рис. 5), что привело к значительной потере достигнутой коррекции. Пациентка получала консервативное лечение (корсетотерапию), а также курс антибиотикотерапии. Впоследствии госпитализирована для повторной установки металлоконструкции.

Техника оперативного вмешательства. Пациентка поступила в ста-



Рис. 4

Внешний вид пациентки и образовавшийся свищевой ход в области нижнего полюса металлоконструкции (в проекции левого стержня)

ционар для повторного ревизионного вмешательства в возрасте 13 лет. По итогам курса антибиотикотерапии данных об инфекционном процессе не было. Угол дуги деформации вернулся к начальным значениям (около 90°). Операция осложнялась наличием костного блока в области вершины деформации и на протяжении некоторых из ранее фиксированных сегментов, что ограничивало мобильность деформации и возможность ее коррекции. Поэтому провели детальное предоперационное планирование, в том числе по данным КТ изготовили трехмерную стереолитографическую модель позвоночника (рис. 6). На вершине деформации выполнили дорсальную трехколонную остеотомию позвоночника, коррекцию и стабилизацию металлоконструкцией от среднегрудного отдела до таза с проведением винтов в крылья подвздошных костей.

Под общим эндотрахеальным наркозом пациентку разместили на операционном столе таким образом, чтобы обеспечить наилучший доступ



Рис. 5

Рентгенограмма пациентки в боковой проекции после удаления второго стержня и винтов в поясничном отделе позвоночника: винты, установленные в грудном отделе, не удаляли



Рис. 6

Трехмерная стереолитографическая модель позвоночника пациентки

к вершине деформации и исключить давление на костные выступы (рис. 7). Произвели срединный разрез и осуществили дорсальный доступ к задним элементам позвонков. Имеющиеся винты в грудном отделе удалили и заменили винтами большего диаметра. Дополнительные винты провели через корни дуг позвонков L₄ и S₁, где анатомическая структура была сохранена, установили винты в крылья обеих подвздошных костей. На следующем этапе операции произвели трехколонную остеотомию на уровне L₃ для достижения адекватной коррекции деформации. Среднее артериальное давление во время остеотомии

поддерживали на уровне не менее 80 мм рт. ст. Латеральные поверхности позвонка L₃ выделили субпериостально. Во время остеотомии использовали временные стержни на контралатеральной стороне. Задние элементы и поперечные отростки L₃ удалили. Затем выполнили клиновидную резекцию тела позвонка с сохранением задней кортикальной стенки. Последним этапом продавили спереди и удалили заднюю стенку позвонка. На винты уложили предварительно смоделированные титановые стержни, зафиксировали их гайками. В ходе установки производили поэтапную дозированную компрессию головок винтов

на стержнях с целью смыкания зоны образовавшегося дефекта и коррекции кифоза. После рентгенологического контроля полученные в ходе остеотомии костные фрагменты уложили на элементы металлоконструкции. Рану послойно ушили с установкой активных дренажей. Пациентка активизирована в корсете на 3-и сут после операции.

Время операции составило 210 мин, интраоперационная кровопотеря – 920 мл. Достигнута значительная коррекция кифотической деформации: 55° в сагиттальной плоскости и 18° – во фронтальной. В раннем послеоперационном периоде не отмечено изменений в неврологическом статусе либо инфекционных осложнений в области послеоперационной раны. Вместе с тем из-за существенной коррекции деформации отмечено смещение вентрикулоперитонеального шунта. У пациентки развился сильный болевой синдром по цефалгическому типу, поэтому в условиях нейрохирургического стационара через 2 недели после выписки пациентке выполнили операцию по замене вентрикулоперитонеального шунта. На контрольном осмотре через 18 мес. после операции по данным лучевой диагностики выявлен костный блок в зоне остеотомии, сохраняется коррекция 50° в сагиттальной плоскости. У пациентки за указанный период не было эпизодов головной боли и формирования пролежней в проекции вершины деформации или инфекционных осложнений. Достигнут удовлетворительный косметический эффект (рис. 8). Пациентке стало проще сидеть, прекратились эпизоды одышки, она стала отмечать больший объем движений в верхних конечностях и общее улучшение качества жизни.

Обсуждение

Цель хирургического лечения врожденных кифотических и кифосколиотических деформаций – декомпрессия невралжных структур и коррекция собственно деформации с последующей стабилизацией, призванной

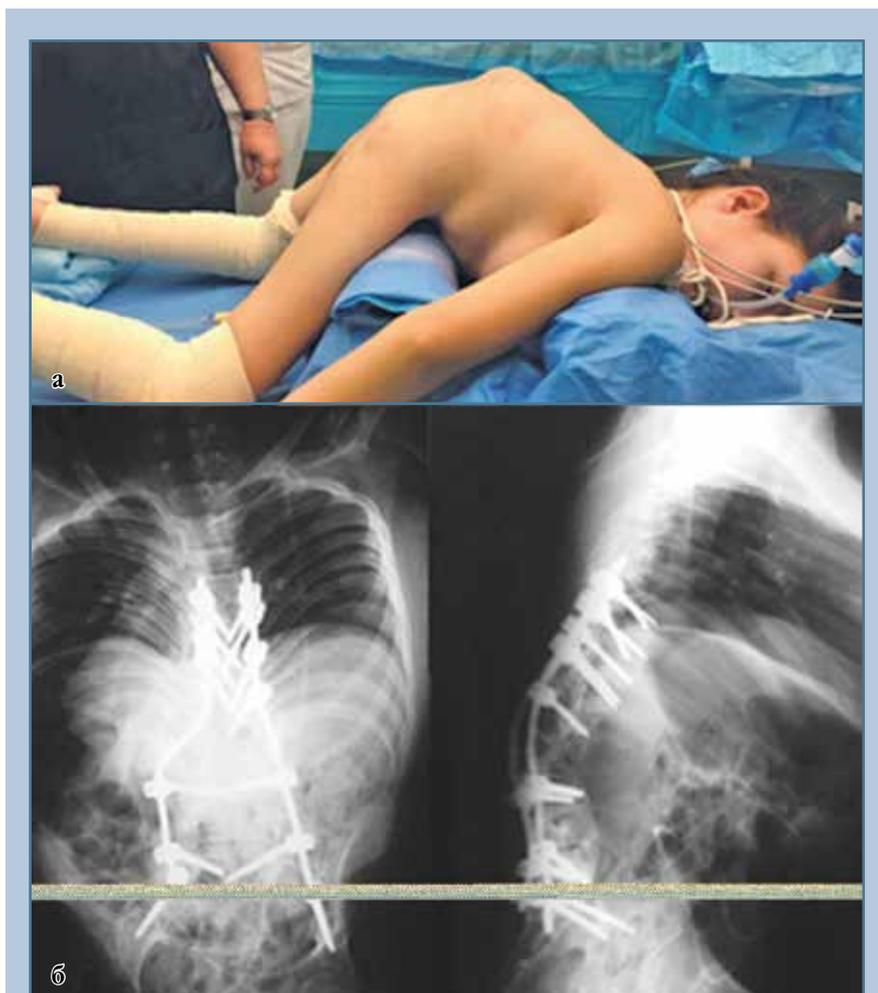


Рис. 7

Укладка пациентки на операционном столе (а) и рентгенограммы (б) после операции: достигнута существенная коррекция деформации



Рис. 8

Внешний вид пациентки при контрольном осмотре через 18 мес. после операции

предотвратить прогрессирование основного заболевания. Трехколонная остеотомия позвоночника рекомендована в случаях, когда требуется резекция вершины кифотической деформации, влекущей за собой компрессию спинного мозга или конского хвоста. При лечении тяжелых кифотических деформаций, вызванных переломом (травматическим либо патологическим) позвонка либо аномалиями его развития чаще всего выполняется резекция позвоночного столба (VCR) из заднего доступа. С другой стороны, при умеренно выраженных деформациях, в частности при частичном недоразвитии позвонка либо нарушениях сегментации, обычно достаточный результат дает педикулярная субтракционная остеотомия (PSO). Методики трехколонной остеотомии незаменимы при хирургическом лечении врожденных кифотических деформаций, так как для коррекции необходимо обеспечить значительную мобилизацию сегментов позвоночника. У таких пациентов, в особенности при наличии других аномалий развития, с прогрессированием деформации могут

нарастать и такие явления, как снижение параметров емкости легких, ограничение объема брюшной полости, что сопровождается усугублением функциональных нарушений. Некоторые пациенты могут даже утрачивать возможность пользоваться инвалидным креслом [12]. Консервативное лечение, корсетотерапия и модификация инвалидных кресел малоэффективны по причине высокой частоты формирования хронических пролежней и других нарушений трофики тканей, аналогично проявлениям у описанной пациентки [14, 21, 22, 24, 25, 29]. Хирургическое лечение является наилучшим выбором по целому ряду причин, включая коррекцию деформации и баланса позвоночника и туловища, облегчение либо купирование болевого синдрома, улучшение параметров емкости легких, а также предотвращение формирования пролежней в области вершины деформации [9, 10, 14, 17, 19, 30].

Выбор методики хирургического лечения должен быть строго индивидуальным и осуществляться с учетом мнения специалистов различного профиля, включая педиатра, детско-

го невролога, детского нейрохирурга, травматолога-ортопеда. У таких пациентов существует достаточно высокий риск осложнений, так как спинной мозг подвергается компрессии на протяжении длительного времени и может быть дополнительно поврежден при вмешательстве за счет чрезмерного натяжения, ущемления, повреждения питающих артерий или снижения перфузии [34, 43]. В силу указанных причин данные вмешательства требуют обязательного участия детского нейрохирурга [5, 20, 27, 41]. В описанном случае у пациентки возникло смещение вентрикулоперитонеального шунта. Агрессивная коррекция деформации связана с повышенным риском развития данного осложнения, поэтому пациентов с операциями по шунтированию в анамнезе следует заблаговременно консультировать у нейрохирурга.

Традиционно хирургическая коррекция врожденных кифотических деформаций проводится из дорсального доступа, если угол деформации составляет менее 50°. Если угол более 50°, то следует предпочесть комбинированный (вентральный + дорсальный) доступ [31, 39]. Однако наличие дополнительного доступа связано с определенными недостатками: еще одной операционной раной, более высоким риском повреждения магистральных сосудов и внутренних органов, а также осложнениями, связанными с забором аутооттрансплантата [23, 27, 33, 37]. Если операция через дорсальный доступ не дала ожидаемого результата либо в области вершины деформации сформировался выраженный костный блок, мы считаем оптимальным применение трехколонной остеотомии. Трехмерная стереолитографическая модель позвоночника пациентки позволила тщательно спланировать как проведение винтов на строго определенных уровнях, так и собственно этап остеотомии с целью снижения рисков возможных осложнений. Формирование у пациентки хронических пролежней на вершине деформации, наличие в анамнезе инфекционных осложнений в обла-

сти оперативного вмешательства, а также выраженность деформации и сформировавшийся на ее протяжении костный блок значительно усложняли задачу. Было принято решение провести одноэтапное вмешательство с применением остеотомии из дорсального доступа. С учетом хронического формирования пролежней на вершине деформации и высокого риска рецидива инфекционных осложнений консервативное лечение не рассматривали.

Для коррекции выраженных кифосколиотических деформаций у пациентов детского и подросткового возраста предлагаются различные методики, включая операции из комбинированного и изолированного дорсального доступов с применением различных конструкций, однако стандартного подхода к настоящему моменту не разработано [7, 11, 23, 26, 28, 33, 38]. Большинство операций по поводу врожденных кифотических деформаций, описанных в литературе, проводились первично и не требовали ревизионных вмешательств. Однако авторы, выполнявшие ревизию у таких пациентов, считают оптимальным выбор одномоментного оперативного вмешательства

из дорсального доступа с агрессивной коррекцией [7, 42]. Хирургическое лечение врожденных кифосколиотических деформаций у пациентов детского и юношеского возраста связано с осложнениями в виде псевдоартроза, ликвореи, респираторного дистресс-синдрома, инфекций мочеполовых путей. По данным различных авторов [1, 4, 8, 13, 32], частота таких осложнений составляет от 9 до 49 %, с относительно невысокой частотой инфекционных осложнений (до 5 %). В таких случаях адекватная антибиотикотерапия имеет основополагающее значение. В то же время при хроническом характере инфекционных осложнений и малой эффективности антибиотикотерапии следует рассмотреть возможность частичного или полного удаления металлоконструкции.

Заключение

Ключом к успешной коррекции врожденных кифосколиотических деформаций является правильная оценка типа, уровня и возможности дальнейшего прогрессирования деформации при продолжающемся росте пациента, а также тщательное предоперационное планирование. Этап планирования

значительно упрощается за счет применения методик 3D-моделирования. Поскольку тяжелые кифотические деформации создают менее благоприятные условия для спинного мозга, чем сколиотические, крайне важно принять во внимание границы допустимого объема коррекции, равно как и возможные неврологические осложнения. Неправильная оценка рисков может привести к тяжелым последствиям из-за несвоевременного или неверного, с точки зрения тактики, хирургического вмешательства либо отказа от него. Ведение таких пациентов требует мультидисциплинарного подхода и лечения в специализированных центрах детской вертебрологии. Как при первичных, так и при ревизионных операциях необходим индивидуальный подход к каждому пациенту с учетом повышенного риска осложнений при применении трехколонных остеотомий, без которых адекватная коррекция деформации зачастую невозможна.

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

Литература/References

- Atici Y, Sokucu S, Uzumcugil O, Albayrak A, Erdogan S, Kaygusuz MA. The results of closing wedge osteotomy with posterior instrumented fusion for the surgical treatment of congenital kyphosis. *Eur Spine J.* 2013;22:1368–1374. DOI: 10.1007/s00586-013-2755-z.
- Bakaloudis G, Lolli F, Di Silvestre M, Greggi T, Astolfi S, Martikos K, Vommaro F, Barbanti-Brodano G, Cioni A, Giacomini S. Thoracic pedicle subtraction osteotomy in the treatment of severe pediatric deformities. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 1:S95–S104. DOI: 10.1007/s00586-011-1749-y.
- Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, Launay F, Jouve JL. Thoracolumbar hemivertebra resection by double approach in a single procedure: long-term follow-up. *Spine.* 2006;31:1745–1757. DOI: 10.1097/01.brs.0000224176.40457.52.
- Chang DG, Yang JH, Lee JH, Kim JH, Suh SW, Ha KY, Suk SI. Congenital scoliosis treated with posterior vertebral column resection in patients younger than 18 years: longer than 10-year follow-up. *J Neurosurg Spine.* 2016;25:225–233. DOI: 10.3171/2015.11.SPINE151099.
- Chang KW, Cheng CW, Chen HC, Chen TC. Correction hinge in the compromised cord for severe and rigid angular kyphosis with neurological deficits. *Spine.* 2009;34:1040–1045. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31819c105f.
- Chen Z, Zeng Y, Li W, Guo Z, Qi Q, Sun C. Apical segmental resection osteotomy with dual axial rotation corrective technique for severe focal kyphosis of the thoracolumbar spine. *J Neurosurg Spine.* 2011;14:106–113. DOI: 10.3171/2010.9.SPINE10257.
- De Amoreira Gepp R, Quiroga MR, Gomes CR, de Araujo HJ. Kyphectomy in meningomyelocoele children: surgical technique, risk analysis, and improvement of kyphosis. *Childs Nerv Syst.* 2013;29:1137–1141. DOI: 10.1007/s00381-013-2035-6.
- Demirkiran G, Dede O, Karadeniz E, Olgun D, Ayvaz M, Yazici M. Anterior and posterior vertebral column resection versus posterior-only technique: a comparison of clinical outcomes and complications in congenital kyphoscoliosis. *Clin Spine Surg.* 2017;30:285–290. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000348.
- Eckstein HB, Vora RM. Spinal osteotomy for severe kyphosis in children with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:328–333.
- Furderer S, Eysel P, Hopf C, Heine J. Sagittal static imbalance in myelomeningocele patients: improvement in sitting ability by partial and total gibbus resection. *Eur Spine J.* 1999;8:451–457. DOI: 10.1007/s005860050204.
- Ganjefar B, Zabihyan S, Baharvahdat H, Baradaran A. Five-level posterior total en bloc spondylectomy of severe myelomeningocele kyphosis. *World Neurosurg.* 2016;90:705.e1–705.e3. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.03.006.

12. **Garg S, Oetgen M, Rathjen K, Richards BS.** Kyphectomy improves sitting and skin problems in patients with myelomeningocele. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1279–1285. DOI: 10.1007/s11999-010-1650-8.
13. **Guo J, Zhang J, Wang S, Wang H, Zhang Y, Yang Y, Yang X, Zhao L.** Risk factors for construct/implant related complications following primary posterior hemivertebra resection: Study on 116 cases with more than 2 years' follow-up in one medical center. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17:380. DOI: 10.1186/s12891-016-1229-y.
14. **Heydemann JS, Gillespie R.** Management of myelomeningocele kyphosis in the older child by kyphectomy and segmental spinal instrumentation. *Spine.* 1987;12:37–41. DOI: 10.1097/00007632-198701000-00007.
15. **Hwang SW, Thomas JG, Blumberg TJ, Whitehead WE, Curry DJ, Dauser RC, Luerssen TG, Jea A.** Kyphectomy in patients with myelomeningocele treated with pedicle screw-only constructs: case reports and review. *J Neurosurg Pediatr.* 2011;8:63–70. DOI: 10.3171/2011.4.PEDS1130.
16. **Kawahara N, Tomita K, Baba H, Kobayashi T, Fujita T, Murakami H.** Closing-opening wedge osteotomy to correct focal kyphotic deformity by a single posterior approach. *Spine.* 2001;26:391–402.
17. **Kocaoglu B, Erol B, Akgul H, Gasimov E, Yalcin S.** Combination of Luque instrumentation with polyaxial screws in the treatment of myelomeningocele kyphosis. *J Spinal Disord Tech.* 2008;21:199–204. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318074e4c6.
18. **Lenke LG, Sides BA, Koester LA, Hensley M, Blanke KM.** Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:687–699. DOI: 10.1007/s11999-009-1037-x.
19. **Low G, Menelaus MB.** The surgical management of kyphosis in older children with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br.* 1978;60:40–45.
20. **Marks DS, Qaimkhani SA.** The natural history of congenital scoliosis and kyphosis. *Spine.* 2009;34:1751–1755. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181af1caf.
21. **Martin J Jr, Kumar SJ, Guille JT, Ger D, Gibbs M.** Congenital kyphosis in myelomeningocele: results following operative and nonoperative treatment. *J Pediatr Orthop.* 1994;14:323–328.
22. **McCall RE.** Modified luque instrumentation after myelomeningocele kyphectomy. *Spine.* 1998;23:1406–1411. DOI: 10.1097/00007632-199806150-00020.
23. **McMaster MJ.** Anterior and posterior instrumentation and fusion of thoracolumbar scoliosis due to myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:20–25.
24. **McMaster MJ, Singh H.** Natural history of congenital kyphosis and kyphoscoliosis: a study of one hundred and twelve patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1367–1383.
25. **Mintz LJ, Sarwark JF, Dias LS, Schafer MF.** The natural history of congenital kyphosis in myelomeningocele. A review of 51 children. *Spine.* 1991;16(8 Suppl):S348–S350.
26. **Mirzanli C, Ozturk C, Karatoprak O, Aydogan M, Tezer M, Hamzaoglu A.** Double-segment total vertebrectomy for the surgical treatment of congenital kyphoscoliosis: a case report. *Spine J.* 2008;8:683–686. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.12.008.
27. **Mladenov K, Kunkel P, Stuecker R.** Hemivertebra resection in children, results after single posterior approach and after combined anterior and posterior approach: a comparative study. *Eur Spine J.* 2012;21:506–513. DOI: 10.1007/s00586-011-2010-4.
28. **Modi HN, Suh SW, Hong JY, Yang JH.** Posterior multilevel vertebral osteotomy for severe and rigid idiopathic and nonidiopathic kyphoscoliosis: a further experience with minimum two-year follow-up. *Spine.* 2011;36:1146–1153. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f39d9b.
29. **Niall DM, Dowling FE, Fogarty EE, Moore DP, Goldberg C.** Kyphectomy in children with myelomeningocele: a long-term outcome study. *J Pediatr Orthop.* 2004;24:37–44.
30. **Nolden MT, Sarwark JF, Vora A, Grayhack JJ.** A kyphectomy technique with reduced perioperative morbidity for myelomeningocele kyphosis. *Spine.* 2002;27:1807–1813. DOI: 10.1097/00007632-200208150-00022.
31. **Noordeen MH, Garrido E, Tucker SK, Elsebaic HB.** The surgical treatment of congenital kyphosis. *Spine.* 2009;34:1808–1814. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ab6307.
32. **Ozturk C, Alanay A, Ganiyusufoglu K, Karadereler S, Ulusoy L, Hamzaoglu A.** Short-term X-ray results of posterior vertebral column resection in severe congenital kyphosis, scoliosis, and kyphoscoliosis. *Spine.* 2012;37:1054–1057. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31823b4142.
33. **Smith JT, Gollogly S, Dunn HK.** Simultaneous anterior-posterior approach through a costotransversectomy for the treatment of congenital kyphosis and acquired kyphoscoliotic deformities. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:2281–2289. DOI: 10.2106/JBJS.D.01795.
34. **Song KS, Chang BS, Yeom JS, Lee JH, Park KW, Lee CK.** Surgical treatment of severe angular kyphosis with myelopathy: anterior and posterior approach with pedicle screw instrumentation. *Spine.* 2008;33:1229–1235. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817152b3.
35. **Sponseller PD, Jain A, Lenke LG, Shah SA, Sucato DJ, Emans JB, Newton PO.** Vertebral column resection in children with neuromuscular spine deformity. *Spine.* 2012;37:E655–E661. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318244460d.
36. **Suk SI, Chung ER, Kim JH, Kim SS, Lee JS, Choi WK.** Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis. *Spine.* 2005;30:1682–1687. DOI: 10.1097/01.brs.0000170590.21071.c1.
37. **Wang Y, Zhang Y, Zhang X, Huang P, Xiao S, Wang Z, Liu Z, Liu B, Lu N, Mao K.** A single posterior approach for multilevel modified vertebral column resection in adults with severe rigid congenital kyphoscoliosis: a retrospective study of 13 cases. *Eur Spine J.* 2008;17:361–372. DOI: 10.1007/s00586-007-0566-9.
38. **Ward WT, Wenger DR, Roach JW.** Surgical correction of myelomeningocele scoliosis: a critical appraisal of various spinal instrumentation systems. *J Pediatr Orthop.* 1989;9:262–268.
39. **Winter RB, Moe JH, Wang JF.** Congenital kyphosis. Its natural history and treatment as observed in a study of one hundred and thirty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55:223–256.
40. **Xie J, Wang Y, Zhao Z, Zhang Y, Si Y, Li T, Yang Z, Liu L.** Posterior vertebral column resection for correction of rigid spinal deformity curves greater than 100 degrees. *J Neurosurg Spine.* 2012;17:540–551. DOI: 10.3171/2012.9.SPINE111026.
41. **Yaszay B, O'Brien M, Shufflebarger HL, Betz RR, Lonner B, Shah SA, Boachie-Adjei O, Crawford A, Letko L, Harms J, Gupta MC, Sponseller PD, Abel MF, Flynn J, Macagno A, Newton PO.** Efficacy of hemivertebra resection for congenital scoliosis: a multicenter retrospective comparison of three surgical techniques. *Spine.* 2011;36:2052–2060. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318233f4bb.
42. **Yoshioka K, Watanabe K, Toyama Y, Chiba K, Matsumoto M.** Kyphectomy for severe kyphosis with pyogenic spondylitis associated with myelomeningocele: a case report. *Scoliosis.* 2011;6:5. DOI: 10.1186/1748-7161-6-5.
43. **Zhang Z, Wang H, Liu C.** Compressive myelopathy in severe angular kyphosis: a series of ten patients. *Eur Spine J.* 2016;25:1897–1903. DOI: 10.1007/s00586-015-4051-6.

Адрес для переписки:

Пантелеев Андрей Андреевич
127299, Россия, Москва, ул. Приорова, 10,
НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова,
apanteleyev@gmail.com

Статья поступила в редакцию 13.03.2018

Рецензирование пройдено 30.05.2018

Подписано в печать 05.06.2018

Address correspondence to:

Panteleyev Andrey Andreyevich,
Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia,
National Medical Research Center
of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov,
apanteleyev@gmail.com

Received 13.03.2018

Review completed 30.05.2018

Passed for printing 05.06.2018

Андрей Андреевич Пантелеев, врач отделения патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, apanteleyev@gmail.com;

Максим Леонидович Сажнев, канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, mak.sajnev@yandex.ru;

Дмитрий Сергеевич Горбатюк, клинический ординатор, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, naddis@mail.ru;

Аркадий Иванович Казьмин, канд. мед. наук, врач отделения патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, kazmin.cito@mail.ru;

Владимир Сергеевич Переверзев, аспирант отделения патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, vcpereverz@gmail.com;

Сергей Васильевич Колесов, д-р мед. наук, заведующий отделением патологии позвоночника, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, dr-kolesov@yandex.ru.

Andrey Andreyevich Panteleyev, physician, Spinal Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, apanteleyev@gmail.com;

Maksim Leonidovich Sazhnev, MD, PhD, Spinal Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, mak.sajnev@yandex.ru;

Dmitry Sergeevich Gorbatyuk, resident, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, naddis@mail.ru;

Arkady Ivanovich Kazmin, MD, PhD, Spinal Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, kazmin.cito@mail.ru;

Vladimir Sergeevich Pereverzev, postgraduate student, Spinal Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, vcpereverz@gmail.com;

Sergey Vasilyevich Kolesov, DMSc, Head of Spinal Pathology Department, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Priorov str., 10, Moscow, 127299, Russia, dr-kolesov@yandex.ru.