



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЮВЕНИЛЬНОГО ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА

Н.А. Корж, А.А. Мезенцев

Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко, Харьков, Украина

Представлен обзор литературы по проблеме хирургического лечения ювенильных сколиозов и проанализированы результаты авторской методики лечения, которая позволяет сохранить рост позвоночника в условиях его трехплоскостной коррекции полисегментарной конструкцией, предупредить развитие прогрессирующего искривления и нарастания патологической ротации, избежать необходимости повторных хирургических вмешательств и минимизировать потерю операционной коррекции на протяжении периода роста пациента.

Ключевые слова: ювенильный идиопатический сколиоз, технологии хирургического лечения сколиоза, переднебоковой спондилодез, полисегментарная конструкция.

SURGICAL TREATMENT OF JUVENILE IDIOPATHIC SCOLIOSIS

N.A. Korzh, A.A. Mezentsev

Review of literature on surgical treatment of juvenile scoliosis, and results of author's technique application are presented and analyzed. The technique allows for the spine growth continuation in conditions of three-plane correction with multisegmental instrumentation. It permits to prevent curve progression and pathologic rotation augmentation, to avoid reoperations, and to minimize a loss of surgical correction during the growth period.

Key Words: juvenile idiopathic scoliosis, technologies of surgical treatment of scoliosis, anterior-posterior fusion, multisegmental instrumentation.

Hir. Pozvonoc. 2009;(3):30–37.

Согласно определению Общества исследователей сколиоза (Scoliosis Research Society), ювенильным считается идиопатический сколиоз, впервые выявленный у пациента в возрасте от 3 до 10 лет [51]. Число больных ювенильным сколиозом составляет от 12 до 21 % в структуре всех больных идиопатическим сколиозом [12]. В отличие от сколиоза, который возникает у подростков и взрослых, ювенильный сколиоз характеризуется выраженным злокачественным прогрессирующим искривлением позвоночника, что в дальнейшем приводит к ранней инвалидизации пациентов с данной патологией [2].

Консервативное лечение пациентов с ювенильным сколиозом при использовании современных корсетных технологий не всегда позволяет достигать желаемого результата. Одной из причин этого является поздняя обращаемость за квалифицирован-

ной помощью: около 80 % пациентов впервые обращаются к ортопеду, когда величина сколиотической деформации позвоночника превышает 40°, что существенно снижает эффективность корсетотерапии [15]. Кроме того, злокачественное течение сколиоза у детей раннего возраста не всегда позволяет остановить прогрессирующие деформации позвоночника, даже при своевременном начале корсетотерапии. Таким образом, складывается ситуация, когда пациент имеет практически хирургическую степень искривления в условиях продолжающегося роста позвоночника. Применение в данном случае классических методов хирургического лечения, включающих обездвиживание позвоночника, приводит к ограничению роста последнего и возникновению диспропорции длины туловища и нижних конечностей. В подобной ситуации ряд ортопедов предпочитает отложить

хирургическое лечение до завершения роста скелета, а в течение периода роста продолжать корсетотерапию для противодействия прогрессирующей сколиотической деформации позвоночника. Такая тактика, по нашему мнению, обладает рядом существенных недостатков, в частности, более чем в половине клинических случаев деформация позвоночника продолжает прогрессировать, несмотря на применение корсета. Длительное ограничение подвижности позвоночника при использовании корсета закономерно приводит к увеличению ригидности деформации позвоночника, что усложняет хирургическое лечение после окончания роста пациента и неблагоприятно сказывается на функции сердечно-легочной системы на протяжении периода ожидания операции.

Альтернативным вариантом решения данной проблемы является хирур-

гическое лечение пациентов с ювенильным сколиозом, технология которого, в условиях незавершенного роста скелета, должна обеспечивать сохранение роста позвоночника, эпифизеодз позвоночника по выпуклой стороне основной кривизны, трехплоскостную коррекцию и полисегментарную фиксацию позвоночника, сохранение и восстановление физиологических изгибов позвоночника, а также минимизацию потери операционной коррекции в течение роста пациента.

Применение метода этапной коррекции позвоночника дистрактором Harrington, который устанавливается по вогнутой стороне искривления подкожно для профилактики формирования рубцов, препятствующих коррекции, позволило получить 41–47% коррекции деформации позвоночника у детей 4,5–7,5 лет. В связи с ростом позвоночника пациентам было выполнено от 5 до 7 повторных операций. Через пять лет после начала хирургического лечения сохранялось менее 40% операционной коррекции деформации позвоночника. За это время позвоночник в зоне инструментации вырос на 0,5–4,5 см. У половины пациентов развились осложнения [17, 27, 38, 48].

Существенными недостатками этого метода являются необходимость повторных вмешательств, отсутствие деротирующего эффекта, частые технические и инфекционные осложнения в связи с нестабильностью конструкции. Японские ученые предприняли попытку разработать автоматический радиоуправляемый дистрактор и провели его испытание на животных [47]. Однако данных о его клиническом применении нет. У некоторых пациентов на протяжении этапных дистракций формируется спонтанный костный блок по вогнутой стороне деформации позвоночника, что вызывает ее прогрессирование [31]. Продолжающийся рост передних отделов позвоночника вызывает прогрессирование искривления и нарастание патологической ротации — кранкшафт-феномена. С целью профилактики этого явления ряд хирур-

гов применяет передний эпифизеодз [29]. Для уменьшения травматичности операции S.D. Early et al. [30] используют для переднего эпифизеодза у детей с весом менее 30 кг эндоскопическую технику.

L.C. Blakemore et al. [21], наряду с установкой подкожного стержня Isola, выполняли короткий переднезадний спондилодез на вершине искривления у 29 детей в возрасте 6–7 лет. Удалось достичь коррекции фронтального искривления с 66 до 38°. В отдаленном периоде деформация позвоночника увеличилась до 47°. Однако авторам удалось снизить количество повторных операций до двух (0–5). В девяти случаях пациентам, достигшим зрелого возраста, была выполнена задняя полисегментарная фиксация позвоночника и задний спондилодез. Несмотря на выбранную тактику лечения, у 24% больных наблюдали осложнения: в пяти случаях — смещение крючков, в трех — переломы стержня, в одном — раннее нагноение.

А.К. Дулаев и др. [1] применяли метод этапных дистракций у пациентов с 13,1 (тест Risser 2,5) до 17,1 лет (тест Risser 3,8). Величина искривления до начала лечения составляла 52–68°. После окончания роста, при величине деформации 32–48°, всем пациентам выполняли заднюю полисегментарную фиксацию позвоночника CDI. Коррекция во время завершающего этапа хирургического лечения составила 45,5–65,4%. Применение метода этапных дистракций вряд ли оправдано в возрасте 13 лет. В этой группе пациентов возможно одновременное выполнение полисегментарной фиксации позвоночника и заднего спондилодеза, что позволяет избавить детей от повторных хирургических вмешательств. Этот тезис подтверждает опыт D.S. Burton et al. [26], которые выполняли заднюю полисегментарную фиксацию позвоночника конструкцией Isola у 18 пациентов в возрасте 12,5 лет. У 11 пациентов на момент операции были открыты V-образные хрящи, у 7 — закрыты. Результаты лечения одинаковы в обеих группах больных. Авторы считают, что необ-

ходимости в переднем эпифизеодзе у пациентов в этом возрасте нет. Применение задней полисегментарной фиксации у детей 7–8 лет вызывает развитие кранкшафт-феномена, ограничение роста позвоночника и снижение вдвое высоты межпозвонковых дисков [39]. P. Papin et al. [41] рекомендуют даже в более старшем возрасте (13–14 лет) для профилактики кранкшафт-феномена выполнять передний спондилодез.

S.M. Mardjetko et al. [34], чтобы избежать необходимости выполнения повторных хирургических вмешательств, применяют у растущих детей конструкцию Luque без заднего спондилодеза — Luque-trolley. Проволочные субламинарные петли могут скользить по гладким L-образным стержням и не препятствовать росту позвоночника. Возможность изгибания стержней позволяет сохранить физиологические параметры сагиттального контура позвоночника. Величина фронтальной деформации позвоночника до операции составляла 51°, в отдаленном периоде — 52°. У всех пациентов был диагностирован спонтанный задний костный блок. R.K. Pratt et al. [42] применяли конструкцию Luque-trolley в сочетании с задним спондилодезом выпуклой стороны искривления. Средний возраст пациентов на момент операции — 3,1 года (1,5–7,4 года). Средняя величина фронтальной деформации позвоночника до операции — 65°, через пять лет — 32°.

Несомненным достоинством данной конструкции является малая высота эндокорректора, что дает возможность применять ее у маленьких детей. Однако риск неврологических осложнений при субламинарном проведении проволоки и малая прочность полухрящевых дуг позвонков существенно ограничивают распространение этого метода. A. Wild et al. [52] сообщают о применении модифицированной конструкции Luque-trolley. Отличия состоят в том, что авторы используют V-образный стержень с транспедикулярной фиксацией в поясничном отделе позвоночника и субламинарную фиксацию титановым кабелем. Одна-

ко результаты использования данного фиксатора не представлены.

М.В. Михайловский [11] применял переднебоковой эпифизеодез в сочетании с этапными дистракциями позвоночника конструкцией CDI, стоящей из двух стержней, соединенных между собой коннектором типа домино. Такая компоновка эндокорректора позволяет увеличить количество точек фиксации позвоночника и избежать выстояния запаса дистракционного стержня под кожей. Средний возраст пациентов на момент начала лечения — 9,2 года, фронтальная деформация позвоночника — 81°. После эпифизеодеза и первого этапа дистракции величина фронтального искривления составила 41,7°, после третьего этапа — 44,8°. Потеря коррекции между этапами — 13,8–17,0°. Из 10 больных у 5 в послеоперационном периоде выявлено 11 осложнений: гидропневмоторакс, плеврит, перелом стержня, натяжение оболочек спинного мозга, раскручивание гаек CDI, перелом суставного отростка и дуги позвонка. Прирост высоты позвонков на вогнутой стороне составил 34 мм на 32 позвонка [11]. Несмотря на определенные преимущества данного метода перед другими, сохраняются главные недостатки — необходимость повторных вмешательств и большое количество технических осложнений.

В.А. Akbarnia et al. [18, 19, 49] применяли инструментарий Isola, состоящий из двух стержней, соединенных коннектором по вогнутой стороне и такой же компоновки по выпуклой. Начальная величина фронтального искривления составляла 82°, после первого этапа дистракции — 36°, на момент окончания роста — 53°. Среднее количество дистракций на одного пациента — 6,6. Длина позвоночника на протяжении лечения увеличилась на 5 см — (по 1,21 см в год). Осложнения отмечены у 48% пациентов, у 17% конструкции удалены. Увеличение количества точек фиксации позвоночника при данной компоновке конструкции позволило повысить коррекцию деформации

позвоночника. Однако большое количество повторных операций и осложнений являются существенными недостатками этой методики.

В России в последние годы широко используется эндокорректор «Медилар». Он представляет собой усовершенствованный двухпластинчатый эндокорректор В.Н. Шубкина и др. [16]. Субламинарная фиксация позвоночника осуществляется при помощи крюков, которые скобами крепятся к корригирующим пластинам. Имеется возможность перемещения скоб вдоль пластины. Таким образом, конструкция не ограничивает рост позвоночника. Авторы ставят показания к хирургическому лечению пациентов с 20° искривления позвоночника. При величине искривления 60–80° операционная коррекция составляет 79,2–84,8% [5, 14]. Несомненным достоинством конструкции «Медилар» является сохранение роста позвоночника. Однако интраканальная установка крюков, сложность управления сагиттальным контуром позвоночника, значительная потеря коррекции после удаления конструкции (15–20°) и невозможность выполнения задней костной пластики из-за того, что крюки расположены между пластинами, являются существенными недостатками.

Попытки использовать конструкции для переднего спондилодеза не принесли удовлетворения хирургам, так как существенно увеличивался кифоз на протяжении инструментации из-за продолжающегося роста задних отделов позвоночника. По данным L.P. D'Andrea et al. [28], прогрессирование кифоза отмечено у 60% пациентов, у 5 пациентов кифоз увеличился на 10–19°, у одного — на 30°. Кроме того, у маленьких детей применение передних конструкций ограничено из-за малой прочности и небольших размеров позвонков.

В последние годы появился ряд сообщений, в которых для остановки роста выпуклой стороны искривления у растущих детей предлагают применять скобы типа Blount. Эту манипуляцию для минимизации операцион-

ной травмы предполагается выполнять эндоскопически. Некоторые авторы [22–25, 40, 50] используют скобы из металла с памятью формы. Проведенные испытания на животных показывают перспективность данного метода лечения ювенильного сколиоза. Однако удалось найти только одно сообщение о его клиническом применении. R.R. Betz et al. [20] применили ограничение роста выпуклой стороны искривления позвоночника скобами у 21 пациента. У 10 пациентов, у которых до операции искривление не превышало 50°, деформация позвоночника не прогрессировала. В тех случаях, когда до операции величина искривления превышала 50°, у 40% пациентов искривление прогрессировало более чем на 6°. Смещения скоб не наблюдали. Из осложнений авторы отмечают кровотечение из сегментарных вен (кровопотеря до 1500 мл), повреждение грудного протока и панкреатит. Небольшой опыт применения данного способа лечения не позволяет дать ему однозначную оценку. Но обращает на себя внимание низкая корригирующая способность. Кроме того, в отдаленном периоде можно ожидать нарастание кифотического компонента деформации.

Как правило, у всех пациентов, которым установлены конструкции, не ограничивающие рост позвоночника, происходит постепенное увеличение реберного горба [32]. Некоторые хирурги рекомендуют в качестве профилактики прогрессирования сколиоза производить резекцию реберного горба, не дожидаясь окончания роста позвоночника [33]. Оптимально выполнять торакопластику во время окончательной фиксации позвоночника после завершения роста и использовать фрагменты ребер в качестве трансплантатов, поскольку забор костной ткани из крыла подвздошной кости у детей ограничен [46].

Оригинальный способ лечения ювенильного сколиоза предложили В. Xiong et al. [53]. У 7-летней девочки с правосторонним груднопоясничным сколиозом они выполнили укороче-

ние на 2 см трех ребер по вогнутой стороне искривления. До операции фронтальная деформация и грудной кифоз составляли соответственно 46° и 55°. Через 27 мес. после операции эти показатели уменьшились до 21° и 35° (коррекция 54 и 36%).

Некоторые авторы исследовали возможность использования транспедикулярной фиксации позвоночника у детей. Для этого провели морфометрию дужек позвонков и выяснили, что диаметр дужек у детей 5–8 лет на протяжении L₁–L₄ составляет 2,30–6,17 мм, у детей 9–10 лет – 3,00–8,72 мм [45].

M.R. Zindrick et al. [54] проводили морфометрию корней дуг позвонков на протяжении C₁–L₄ у детей от 3 до 19 лет и пришли к выводу о возможности использования транспедикулярной фиксации позвоночника у детей.

В.Дж. Ким и др. [3] исследовали влияние транспедикулярной конструкции на позвоночник растущих свиней и выяснили, что силы, возникающие в активно растущем позвоночнике, не нарушают его сегментарную фиксацию. Продольный рост происходит за счет суставных промежутков и приводит к спонтанному сращению позвонков.

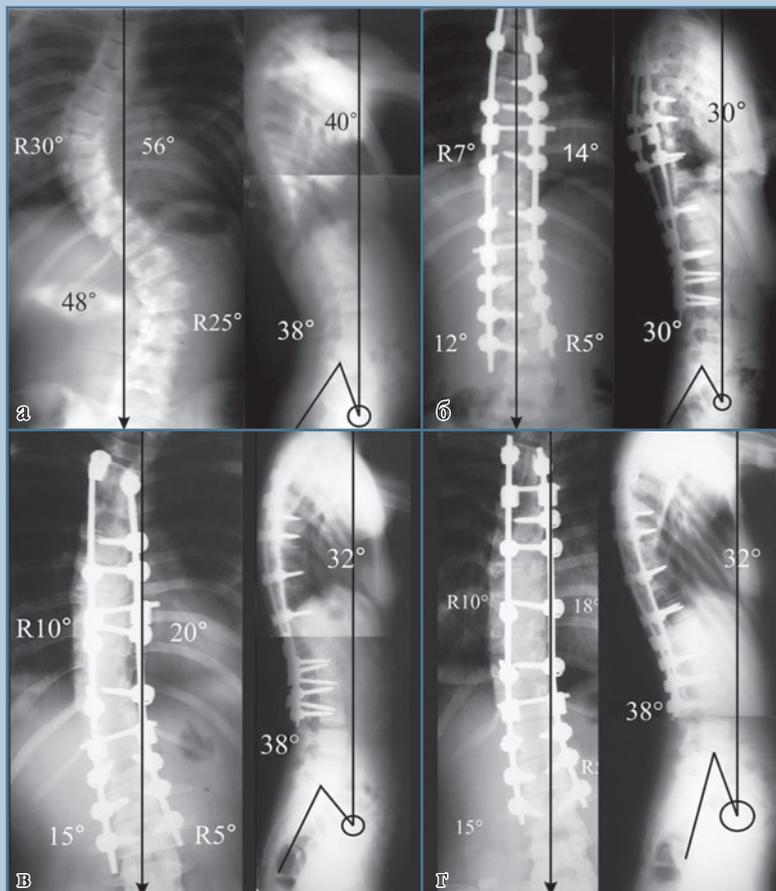
M. Ruf и J. Harms [44] сообщают об использовании транспедикулярной фиксации у 16 детей в возрасте 1–2 лет. Из ближайших осложнений авторы отмечают один перелом корня дуги и одно нагноение. Отдаленные осложнения наблюдали у трех пациентов: один перелом винта и два раскручивания узлов фиксации винтов к стержню.

В последние годы наметилась тенденция разработки транспедикулярных полисегментарных конструкций, в которых элементы фиксации имеют возможность перемещаться вдоль корригирующих стержней и не препятствовать росту позвоночника. R.E. McCurthy et al. [35] сообщают о двухлетнем опыте применения оригинальной растущей конструкции «Shilla Growth Enhancing System» у 10 пациентов 2–10 лет с различными видами сколиоза. Предло-

женная технология предусматривает коррекцию и ригидную фиксацию транспедикулярной конструкцией вершины основной кривизны позвоночника на протяжении трех-четырех позвоночных сегментов с формированием заднего или переднезаднего спондилодеза. Смежные со спондилодезированными участки позвоночника фиксируют скользящими транспедикулярными винтами, задний спондилодез не выполняют, что дает возможность сохранить рост позвоночника в зоне верхнего и нижнего противискривлений. В результате хирургического вмешательства авторам удалось уменьшить деформацию позвоночника с 70,5° до 34,0°. В течение двух лет после операции объем грудной клетки увеличился на 13%, а длина туловища — на 12%. В послеоперационном периоде авторы отмечают следующие осложнения: у трех пациентов потребовалась замена корригирующего стержня в связи с его переломом, недостатком длины и выстоянием под кожей, у двух — выполнение дебридмента в связи с поверхностным нагноением мягких тканей. Высокая частота послеоперационных осложнений, по-видимому, обусловлена тем, что технология находится в стадии разработки.

В институте патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко разработана и применяется с 1999 г. состоящая из двух этапов технология хирургической коррекции сколиотических деформаций позвоночника у пациентов с незавершенным ростом скелета. Первый этап — вмешательство на передних отделах основной кривизны позвоночника, которое включает резекцию 4–6 межпозвоночных дисков на вершине деформации и разрушение половины ростковых пластин по выпуклой стороне искривления. Образовавшиеся дефекты после резекции межпозвоночных дисков заполняют костными аутотрансплантатами из фрагмента ребра, полученного при торакотомии. Второй этап — выполнение из заднего доступа коррекции позвоночника разработанной полисегментарной конструкцией «Мост-2», не ограничиваю-

щей рост позвоночника [10], задний костно-пластический спондилодез не выполняется. Конструкция имеет универсальный низкопрофильный узел фиксации, который позволяет устанавливать опорные элементы как в скользящем режиме, так и в режиме жесткой фиксации [4]. В зависимости от потенциала роста пациента применяют два варианта компоновки полисегментарной конструкции. Если прогнозируемый рост инструментированного участка позвоночника не превышает 4 см, используют базальный вариант компоновки, который предусматривал жесткую фиксацию корригирующих стержней в транспедикулярных винтах, установленных в двух нижних позвонках (рис. 1). Последнее необходимо для предупреждения обратного разворота корригирующих стержней и их миграции вдоль позвоночника. Кроме того, дополнительную торсионную устойчивость конструкции обеспечивает использование двух поперечных стяжек. Все остальные элементы конструкции фиксируют в скользящем режиме, а запас длины корригирующих стержней оставляют в краниальной части эндокорректора. В том случае, когда прогнозируемый рост инструментированного участка позвоночника превышает 4 см, используют медиальный тип компоновки эндокорректора, который предусматривает жесткую фиксацию корригирующих стержней в транспедикулярных винтах, установленных в одном позвонке, расположенном в середине инструментированного участка (рис. 2). Подвижные элементы конструкции могут перемещаться от центра в краниальном и каудальном направлениях, поэтому запас длины корригирующих стержней формируют как в верхней, так и в нижней части конструкции. Практически во всех клинических случаях вмешательство на передних и задних отделах позвоночника проводят в один день. В течение периода роста все пациенты в дневное время пользуются съемным пластиковым корсетом. После завершения роста скелета пациенту выполняют завершающий этап хирур-

**Рис. 1**

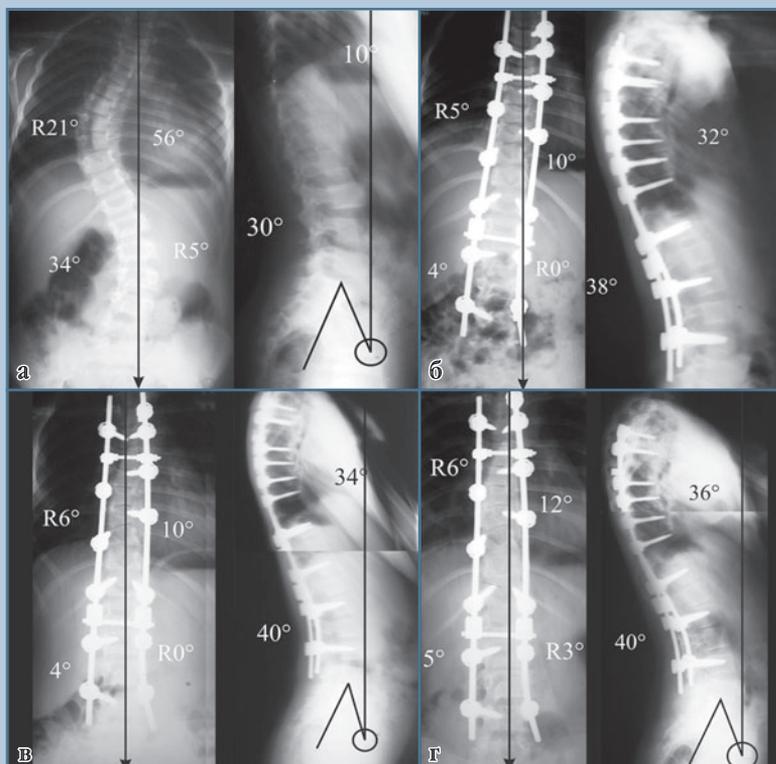
Рентгенограммы пациентки И. в переднезадней и боковой проекциях:

а – до операции (возраст 10 лет);

б – после первых двух этапов хирургического лечения (возраст 10 лет);

в – на момент окончания роста (возраст 14 лет);

г – через 1,5 года после завершающего этапа хирургического лечения (возраст 15,5 лет)

**Рис. 2**

Рентгенограммы пациентки С. в переднезадней и боковой проекциях:

а – до операции (возраст 8 лет);

б – после первых двух этапов хирургического лечения (возраст 8 лет);

в – через год после операций (возраст 9 лет);

г – через 2,5 года после завершающего этапа хирургического лечения (возраст 10,5 лет)

гического лечения, во время которого переводят все элементы конструкции в режим жесткой фиксации и выполняют задний костно-пластический спондилодез. В 90 % случаев во время завершающего этапа хирургического лечения выполняют резекцию реберного горба, а полученные фрагменты ребер измельчают и используют в качестве аутотрансплантатов для формирования заднего спондилодеза.

В настоящее время по данной методике прооперировано 37 пациентов в возрасте от 8 до 12 лет (в среднем 10,5 лет), из них 36 девочек и 1 мальчик. У 20 пациентов наблюдался грудной тип искривления (Lenke 1AN), у 16 — комбинированный (Lenke 3AN), у 1 — груднопоясничный (Lenke 5CN). На момент операции средний показатель теста Risser — 0,5, у всех пациенток отсутствовали месячные; средний возраст появления деформации позвоночника — 8,1 года (от 6 до 11 лет).

Показаниями для хирургического лечения являлись величина деформации позвоночника, превышающая 50°, большой потенциал роста позвоночника, возраст пациентов до 12 лет, а также неэффективность консервативного лечения.

У 22 пациентов после окончания костного роста выполнен завершающий этап хирургического лечения. Средняя коррекция грудной кривизны после первых двух этапов хирургического лечения составила 69,5 %, поясничной — 71,0 %. Использование для коррекции искривления позвоночника прямого деротационного маневра позволило уменьшить ротацию грудного отдела позвоночника на 62,3 %, пояснич-

ного — на 78,2 %. В результате хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника грудной кифоз увеличился на 2,1° и составил 27,2°, а поясничный лордоз уменьшился на 4,6° и составил 33,2°. На протяжении периода роста пациентов длина инструментированного участка позвоночника увеличилась на 34 мм. Рост каждого позвонка, фиксированного конструкцией, составил в среднем 0,7 мм в год. Стабилизацию полисегментарной конструкции и спондилодезирование позвоночника выполняли в среднем через 3,6 года после первых двух этапов хирургического лечения. За это время величина грудной и поясничной кривизны позвоночника увеличилась на 2,6°. Учитывая сохранение роста позвоночника и отсутствие повторных хирургических вмешательств, которые применяют при использовании известных методик, потерю операционной коррекции фронтального искривления можно считать несущественной. Ограничение роста выпуклой стороны грудного отдела позвоночника за счет переднебокового эпифизеодеза привело к уменьшению клиновидности вершинного позвонка на 22,8 % и патологической ротации на 10,0 %. В течение периода роста пациента кифоз грудного отдела позвоночника увеличился на 2,5°, поясничный лордоз — на 1,7°. После завершающего этапа хирургического лечения величина грудного кифоза составила 29°, поясничного лордоза — 34,9°, что соответствует нормальным показателям сагиттального контура позвоночника.

При хирургическом лечении 37 пациентов по предлагаемой методике мы столкнулись с разными ослож-

нениями. У двух пациентов отмечено вывихивание верхних крючков с места их установки, в одном случае — перелом транспедикулярного винта в поясничном отделе позвоночника. У двух пациентов наблюдали увеличение поясничной кривизны за счет присоединения к ней позвонков, смежных с нижней границей инструментации. У трех пациентов в период роста произошло увеличение основной кривизны более чем на 10°. В одном случае недостаточный запас длины стержня привел к выхождению последнего из верхнего элемента конструкции. Инфекционных и неврологических осложнений у пациентов данной группы не наблюдалось.

Субъективная оценка результатов хирургического лечения, проведенная при помощи опросника SRS-24 через четыре года после первых двух операций, позволила оценить общий клинический результат как хороший. Так, средний результат в исследуемой группе был около 85 баллов (максимальное значение — 105 баллов, минимальное — 66), что соответствует 74 % положительных ответов на вопросы анкеты [6–9, 13, 36, 37, 43].

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанная технология хирургического лечения ювенильного сколиоза позволяет сохранить рост позвоночника в условиях трехплоскостной коррекции позвоночника полисегментарной конструкцией, предупредить развитие кранкшафт-феномена, избежать необходимости повторных хирургических вмешательств и минимизировать потерю операционной коррекции на протяжении периода роста пациента.

Литература

1. Дулаев А.К., Тесаков Д.К., Надулич К.А. и др. Заключительная коррекция сколиотической деформации по методике Котреля – Дюбюссе после этапных операций по Харрингтону // Адаптация различных систем организма при сколиотической деформации позвоночника. Методы лечения. Тез. докл. междунар. симпозиума. М., 2003. С. 133–134.
2. Закревский Л.К. Течение врожденных и идиопатических сколиозов и их оперативное лечение: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1966.
3. Ким В.Дж., Койллард К., Ралми С. и др. Влияние сегментарной транспедикулярной фиксации на активно растущий позвоночник: длительное экспериментальное исследование // Хирургия позвоночника. 2005. № 1. С. 105–111.
4. Ковальов А.О., Мезенцев А.О., Петренко Д.С. та ін. Декларацийний патент України №6483 на корисну модель «Транспедикулярний вузол кріплення пристрою для фіксації хребта» // Опубл. 16.05.2005. Бюл. № 5.

5. **Лака А.А., Фролякин Т.В., Коваленко А.Э. и др.** Хирургическое лечение сколиотической деформации эндокорректором производства фирмы НПЦ «Медилар» // Человек и его здоровье: Тез. докл. VIII Рос. нац. конгресса. СПб., 2003. С. 181.
6. **Мезенцев А.А.** Хирургическое лечение сколиотических деформаций позвоночника у пациентов с незавершенным костным ростом // Ортопед, травматол. и протезир. 2002. № 3. С. 44–47.
7. **Мезенцев А.А., Петренко Д.Е.** Отдаленные результаты хирургического лечения ювенильного идиопатического сколиоза // Ортопед, травматол. и протезир. 2007. № 3. С. 76–80.
8. **Мезенцев А.А., Петренко Д.Е., Барков А.А.** Отдаленные результаты использования «растущей» конструкции у детей с ювенильным сколиозом // Хирургия позвоночника – полный спектр: Тез. докл. науч. конф. М., 2007. С. 212–215.
9. **Мезенцев А.А., Петренко Д.Е., Барков А.А.** Оценка результатов хирургического лечения сколиоза с помощью вопросника SRS-30 // Ортопед, травматол. и протезир. 2007. № 4. С. 17–21.
10. **Мезенцев А.О., Корж М.О., Лукьянченко В.В. и др.** Декларационный патент України №38946А на винахід «Пристрій для хірургічної корекції сколіотичних деформацій хребта» // Опубл. 15.05.2001. Бюл. № 4.
11. **Михайловский М.В.** Хирургическое лечение ювенильного прогрессирующего сколиоза (предварительное сообщение) // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1999. № 3. С. 41–45.
12. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002.
13. **Радченко В.А., Мезенцев А.А.** Хирургическая коррекция сколиотической деформации позвоночника у пациентов с незрелостью скелета, используя ISJP полисегментарную конструкцию // SICOT: Тез. докл. 13-й науч.-практ. конф. СПб., 2002. С. 238.
14. **Сампиев М.Т., Лака А.А., Балашов С.П.** Опыт применения универсального дорсального инструментария в лечении сколиотической болезни // Хирургия позвоночника. 2005. № 2. С. 46–49.
15. **Чекрыжев Д.О.** Клинико-биомеханическое обоснование применения корсетов при лечении сколиотической деформации позвоночника у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Харьков, 2007.
16. **Шубкин В.Н., Гатнатулин Р.Р., Болдырева Т.В. и др.** Эволюция метода хирургического лечения сколиоза с применением эндокорректоров // Вест. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1996. № 1. С. 10–12.
17. **Acaroglu E., Yazici M., Alanay A., et al.** Three-dimensional evolution of scoliotic curve during instrumentation without fusion in young children // J. Pediatr. Orthop. 2002. Vol. 22. P. 492–496.
18. **Akbarnia B.A., Breakwell L.M., Marks D.S., et al.** Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening // Spine. 2008. Vol. 33. P. 984–990.
19. **Akbarnia B.A., Marks D.S., Boachie-Adjei O., et al.** Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study // Spine. 2005. Vol. 30. Suppl. 17. P. S46–S57.
20. **Betz R.R., Kim J., D'Andrea L.P., et al.** An innovative technique of vertebral body stapling for the treatment of patients with adolescent idiopathic scoliosis: a feasibility, safety, and utility study // Spine. 2003. Vol. 28. P. S255–S265.
21. **Blakemore L.C., Scoles P.V., Poe-Kochert C., et al.** Submuscular Isola rod with or without limited apical fusion in the management of severe spinal deformities in young children: preliminary report // Spine. 2001. Vol. 26. P. 2044–2048.
22. **Braun J.T., Akyuz E., Udall H., et al.** Three-dimensional analysis of 2 fusionless scoliosis treatments: a flexible ligament tether versus a rigid-shape memory alloy staple // Spine. 2006. Vol. 31. P. 262–268.
23. **Braun J.T., Hoffman M., Akyuz E., et al.** Mechanical modulation of vertebral growth in the fusionless treatment of progressive scoliosis in an experimental model // Spine. 2006. Vol. 31. P. 1314–1320.
24. **Braun J.T., Ogilvie J.W., Akyuz E., et al.** Experimental scoliosis in an immature goat model: a method that creates idiopathic-type deformity with minimal violation of the spinal elements along the curve // Spine. 2003. Vol. 28. P. 2198–2203.
25. **Braun J.T., Ogilvie J.W., Akyuz E., et al.** Fusionless scoliosis correction using a shape memory alloy staple in the anterior thoracic spine of the immature goat // Spine. 2004. Vol. 29. P. 1980–1989.
26. **Burton D.C., Asher M.A., Lai S.M.** Scoliosis correction maintenance in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis. Is anterior fusion really necessary? // Spine. 2000. Vol. 25. P. 61–68.
27. **Cunningham M.E., Frelinghuysen P.H., Roh J.S., et al.** Fusionless scoliosis surgery // Curr Opin Pediatr. 2005. Vol. 17. P. 48–53.
28. **D'Andrea L.P., Betz R.R., Lenke L.G., et al.** The effect of continued posterior spinal growth on sagittal contour in patients treated by anterior instrumentation for idiopathic scoliosis // Spine. 2000. Vol. 25. P. 813–818.
29. **Dohin B., Dubouset J.F.** Prevention of the crankshaft phenomenon with anterior spinal epiphysiodesis in surgical treatment of severe scoliosis of the younger patient // Eur. Spine J. 1994. Vol. 3. P. 165–168.
30. **Early S.D., Newton P.O., White K.K., et al.** The feasibility of anterior thoracoscopic spine surgery in children under 30 kilograms // Spine. 2002. Vol. 27. P. 2368–2373.
31. **Fisk J.R., Peterson H.A., Laughlin R., et al.** Spontaneous fusion in scoliosis after instrumentation without arthrodesis // J. Pediatric Orthop. 1995. Vol. 15. P. 182–186.
32. **Goldberg C.J., Moore D.P., Fogarty E.E., et al.** The rib hump after surgery for early onset spinal deformity // Stud. Health Technol. Inform. 2002. Vol. 91. P. 465–468.
33. **Grealou L., Aubin C.E., Sevastik J.A., et al.** Simulations of rib cage surgery for the management of scoliosis deformities // Stud. Health Technol. Inform. 2002. Vol. 88. P. 345–349.
34. **Mardjetko S.M., Hammerberg K.W., Lubicky J.P., et al.** The Luque trolley revisited. Review of nine cases requiring revision // Spine. 1992. Vol. 17. P. 582–589.
35. **McCarthy R.E., McCullough F.L., Luhmann S.J., et al.** Shilla growth enhancing system for the treatment of scoliosis in children: greater than two year follow up // SRS 43rd Annual Meeting and Course, Final Program. Salt Lake City, 2008.
36. **Mezentsev A.** Polisegmental growing contractors MOST-2 for correction of the scoliosis in skeletal immature children: 7-year experience // The 1st International Symposium “Controversies and Progress in the Spine Surgery”. Poland, Zakopane, 2006. P. 19.
37. **Mezentsev A., Petrenko D.** Polysegmental growing construct in the treatment of juvenile idiopathic scoliosis: 9 years follow-up // SRS 43rd Annual Meeting and Course, Final Program. Salt Lake City, 2008. P. 213.
38. **Mineiro J., Weinstein S.L.** Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: early results // J. Pediatr. Orthop. 2002. Vol. 22. P. 290–295.
39. **Mullaji A.B., Upadhyay S.S., Luk K.D., et al.** Vertebral growth after posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis in skeletally immature adolescents. The effect of growth on spinal deformity // J. Bone Joint Surg. Br. 1994. Vol. 76. P. 870–876.
40. **Newton P.O., Fricka K.B., Lee S.S., et al.** Asymmetrical flexible tethering of spine growth in an immature bovine model // Spine. 2002. Vol. 27. P. 689–693.
41. **Papin P., Labelle H., Delorme S., et al.** Long-term three-dimensional changes of the spine after posterior spinal instrumentation and fusion in adolescent idiopathic scoliosis // Eur. Spine J. 1999. Vol. 8. P. 16–21.
42. **Pratt R.K., Webb J.K., Burwell R.G., et al.** Luque trolley and convex epiphysiodesis in the management of infantile and juvenile idiopathic scoliosis // Spine. 1999. Vol. 24. P. 1538–1547.
43. **Radchenko V., Mezentsev F.** Surgical treatment of scoliotic deformity with immature spine // World Spine III: Proceedings on the Third Interdisciplinary Congress on Spine Care. Rio de Janeiro, Brazil, 2005. P. 16–17.

44. **Ruf M., Harms J.** Pedicle screws in 1- and 2-year-old children: technique, complications, and effect on further growth // *Spine*. 2002. Vol. 27. P. E460–E466.
45. **Senaran H., Yazici M., Karcaaltincaba M., et al.** Lumbar pedicle morphology in the immature spine: a three-dimensional study using spiral computed tomography // *Spine*. 2002. Vol. 27. P. 2472–2476.
46. **Skaggs D.L., Samuelson M.A., Hale J.M., et al.** Complications of posterior iliac crest bone grafting in spine surgery in children // *Spine*. 2000. Vol. 25. P. 2400–2402.
47. **Takaso M., Moriya H., Kitahara H., et al.** New remote-controlled growing-rod spinal instrumentation possibly applicable for scoliosis in young children // *J. Orthop. Sci.* 1998. Vol. 3. P. 336–340.
48. **Tello C.A.** Harrington instrumentation without arthrodesis and consecutive distraction program for young children with severe spinal deformities. Experience and technical details // *Orthop. Clin. North Am.* 1994. Vol. 25. P. 333–351.
49. **Thompson G.H., Akbarnia B.A., Campbell R.M. Jr.** Growing rod techniques in early-onset scoliosis // *J. Pediatr. Orthop.* 2007. Vol. 27. P. 354–361.
50. **Wall E.J., Bylski-Austrow D.I., Kolata R.J., et al.** Endoscopic mechanical spinal hemiepiphysiodesis modifies spine growth // *Spine*. 2005. Vol. 30. P. 1148–1153.
51. **Weinstein S.L. (Ed.)**. The pediatric spine. Principles and practice. N. Y., 1994.
52. **Wild A., Jager M., Kramer R., et al.** A new technique for the surgical management of deformities in the growing spine // *Biomed. Tech. (Berl)*. 2002. Vol. 47. P. 270–271.
53. **Xiong B., Sevastik J.A.** A physiological approach to surgical treatment of progressive early idiopathic scoliosis // *Eur. Spine J.* 1998. Vol. 7. P. 505–508.
54. **Zindrick M.R., Knight G.W., Sartori M.J., et al.** Pedicle morphology of the immature thoracolumbar spine // *Spine*. 2000. Vol. 25. P. 2726–2735.

Адрес для переписки:

Корж Николай Алексеевич
61024, Харьков, ул. Пушкинская, 80,
post@sytenko.org.ua

Статья поступила в редакцию 12.11.2008