



# РАЗВИТИЕ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА У ДЕТЕЙ ПОСЛЕ ЭКСТИРПАЦИИ ПОЗВОНКОВ В ГРУДОПОЯСНИЧНОМ И ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛАХ ПОЗВОНОЧНИКА

С.В. Виссарионов<sup>1</sup>, Д.Н. Кокушин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера

<sup>2</sup>Детская городская клиническая больница № 5 им. Н.Ф. Филатова, Санкт-Петербург

**Цель исследования.** Оценка роста и развития заблокированного позвоночно-двигательного сегмента у детей, оперированных по поводу врожденной деформации позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков с применением транспедикулярной фиксации.

**Материал и методы.** Проведен анализ результатов хирургического лечения 31 пациента в возрасте от 1 года 9 мес. до 6 лет 11 мес. с изолированным врожденным пороком развития позвоночника. Выполнено хирургическое вмешательство в объеме экстирпации полупозвонка, коррекции деформации дорсальной металлоконструкцией, корпородеза и заднего локального спондилодеза аутокостью на протяжении фиксированных позвоночно-двигательных сегментов. По рентгеновским снимкам, выполненным после операции, оценивали темпы формирования костного блока и размеры заблокированного позвоночно-двигательного сегмента в зоне экстирпации полупозвонка. Проводили динамическое сравнение развития новой функциональной единицы позвоночника с интактными соседними телами позвонков.

**Результаты.** Средний период наблюдения за пациентами составил 60 мес. Формирование выраженного костного блока отмечено у всех пациентов. Рост и развитие заблокированного позвоночно-двигательного сегмента, сформированного в зоне экстирпации полупозвонка, не отставали от роста смежных интактных позвонков.

**Заключение.** Блокированный позвоночно-двигательный сегмент после экстирпации полупозвонка развивается без отставания показателей прироста высоты и переднезаднего размера тел позвонков, включенных в блок. Новая функциональная единица позвоночника гармонично развивается и создает условия для нормального роста и развития позвоночника в целом.

**Ключевые слова:** заблокированный позвоночно-двигательный сегмент, врожденный сколиоз, полупозвонок, рост позвоночника, транспедикулярная фиксация.

GROWTH OF SPINAL MOTION SEGMENT IN CHILDREN AFTER VERTEBRAL BODY RESECTION IN THE THORACOLUMBAR AND LUMBAR SPINE

S.V. Vissarionov, D.N. Kokushin

**Objective.** To assess the growth and development of the fused spinal motion segment in children operated on with application of transpedicular fixation for congenital spinal deformity associated with disorders in vertebral formation.

**Material and Methods.** The outcomes of surgery in 31 patients aged of 1 year and 9 months to 6 years and 11 months with a single congenital malformation of the spine were assessed. The surgery involved the hemivertebra resection, deformity correction with posterior instrumentation, spondylodesis, and posterior local fusion of fixed spinal motion segments with autobone. The rate of bone block formation and the size of fused spinal motion segment in the region of hemivertebra resection were assessed on the basis of postoperative X-rays. New functional unit of the spine was compared with the adjacent intact vertebral bodies in dynamics.

**Results.** The mean follow-up period was 60 months. Solid bone fusion was achieved in all patients. The growth and development of the fused spinal motion segment in the region of hemivertebra resection kept pace with the growth of adjacent intact vertebrae.

**Conclusion.** The fused spinal motion segment develops after hemivertebra resection without delay in increase in height and anterior-posterior size of fused vertebrae. After hemivertebra resection the fused spinal motion segment is developing without delay in growth of height and anterior-posterior size of vertebral bodies involved in the block. New functional unit of the spine consistently develops and enables normal growth and development of the whole spine.

**Key Words:** fused spinal motion segment, congenital scoliosis, spine growth, transpedicular fixation.

Hir. Pozvonoc. 2011;(1):20–25.

В литературе имеются публикации и научные исследования, посвященные анализу хирургического лечения детей с врожденной деформации позвоночника, обусловленной аномалиями развития позвонков [3, 4, 6, 8–11, 15]. В историческом аспекте решения вопросов оперативной коррекции врожденных сколиозов и кифосколиозов отчетливо прослеживается тенденция к усовершенствованию методов хирургического вмешательства и вариантов инструментальной фиксации. Это обусловлено стремлением к радикальной коррекции врожденной деформации позвоночника и фиксации минимального количества позвоночно-двигательных сегментов [3]. Полноценное исправление всех компонентов деформации, восстановление баланса туловища и создание условий для формирования физиологических профилей позвоночника, когда позвоночный столб и кости таза только формируются как взаимосвязанные структуры опорно-двигательной системы в раннем возрасте, способствуют правильному и гармоничному развитию и росту ребенка в дальнейшем.

С позиции биомеханики при коррекции деформации и стабилизации позвоночно-двигательных сегментов, вовлеченных в патологический процесс, наибольшая эффективность достигается при использовании в качестве опорных элементов дорсальной металлоконструкции транспедикулярных винтов, которые, в отличие от крючков, позволяют воздействовать на все три колонны позвоночника и жестко фиксировать позвонки [7, 12, 14].

Данный вид стабилизации и его влияние на позвоночно-двигательный сегмент хорошо изучены у взрослых больных, у которых развитие костного скелета завершено. Вопрос о закономерностях развития инструментированного сегмента растущего позвоночника у пациентов раннего возраста остается не до конца раскрытым. Изучение методики транспедикулярной фиксации и ее влияния на растущий позвоночно-двигательный сегмент в эксперименте позволило обосновать применение и более широко внедрить этот вид стабилизации для данной категории пациентов [1, 2, 5].

Имеющиеся литературные данные, посвященные анализу особенностей развития фиксированного растущего позвоночного сегмента после транспедикулярной фиксации у детей раннего возраста, основываются на незначительном количестве наблюдений и не отражают изменений позвоночно-двигательного сегмента в динамике [13].

Мы считаем, что важно определиться с терминологией при оценке параметров растущего позвоночника и расчетов величин позвонков после хирургического вмешательства. Ruf, Harms [13] в своем исследовании обозначали структуру из двух соседних позвонков, прилегающих к зоне экстирпации полупозвонка, как верхний и нижний инструментированные позвонки и рассчитывали их параметры по отдельности. На наш взгляд, более корректно обозначать эти позвонки, с замещением дефекта после удаления полупозвонка аутокостью, стабилизированные металлоконструкцией, как фиксированный позвоночно-двигательный сегмент. После

формирования костного блока между двумя позвонками в зоне хирургического вмешательства и удаления металлоконструкции данный сегмент правильней обозначать как заблокированный, что отражает формирование его как целостной костной структуры, между элементами которой отсутствует любой вид подвижности.

Цель исследования — оценка роста и развития заблокированного позвоночно-двигательного сегмента у детей, оперированных по поводу врожденного сколиоза на фоне нарушения формирования позвонков с применением транспедикулярной фиксации.

### Материал и методы

Под наблюдением находился 31 пациент (12 мальчиков и 19 девочек в возрасте от 1 года 9 мес. до 6 лет 11 мес) с изолированным врожденным пороком развития позвоночника на фоне нарушения формирования позвонка. Боковые и заднебоковые полупозвонки локализовались в груднопоясничном переходе (17 случаев) и поясничном (14 случаев) отделе позвоночника. Всем детям осуществляли хирургическое вмешательство из переднебокового и дорсального доступов в объеме экстирпации аномального позвонка с прилегающими дисками, удаления полудуги полупозвонка, коррекции врожденной деформации дорсальной металлоконструкцией, корпородеза и заднего локального спондилодеза аутокостью только на протяжении фиксированных позвоночно-двигательных сегментов.

В ходе операции применяли три тактических варианта инструментальной фиксации (табл. 1).

Таблица 1

Варианты инструментальной фиксации

Фиксация	Количество пациентов, п	Средний возраст пациентов	Фиксированные позвоночно-двигательные сегменты, п	
			корпородез	задний спондилодез
Унилатеральная «крючок + винт»	9	2 года 9 мес.	1,0	2,5
Унилатеральная транспедикулярная	13	2 года 7 мес.	1,0	2,0
Билатеральная транспедикулярная	9	5 лет 6 мес.	1,0	1,9

После формирования выраженного костного блока в зоне хирургического вмешательства, в среднем через 1,5–2 года после операции, металлоконструкцию удаляли и продолжали динамическое наблюдение за пациентами. Период наблюдения за детьми составил от 2 до 7 (в среднем 5 лет 3 мес.) лет.

Оценку параметров оперированного сегмента и соседних интактных выше- и нижележащих позвонков осуществляли по рентгеновским снимкам в прямой и боковой проекциях. Анализировали рентгенограммы, выполненные непосредственно после оперативного вмешательства и в процессе динамического наблюдения с кратностью 1 раз в 12 мес. По прямой рентгенограмме оценивали величину коррекции сколиоза и темпы формирования костного блока в процессе роста ребенка, по боковой — величину коррекции кифотической деформации; определяли высоту и переднезадний размер блокированного сегмента, образованного из двух позвонков пос-

ле удаления полупозвонка, и соседних интактных позвонков (рис. 1).

Методика оценки параметров развития блокированного позвоночно-двигательного сегмента построена на сравнительном анализе прироста этих показателей с динамикой роста и развития смежных выше- и нижележащих интактных позвонков.

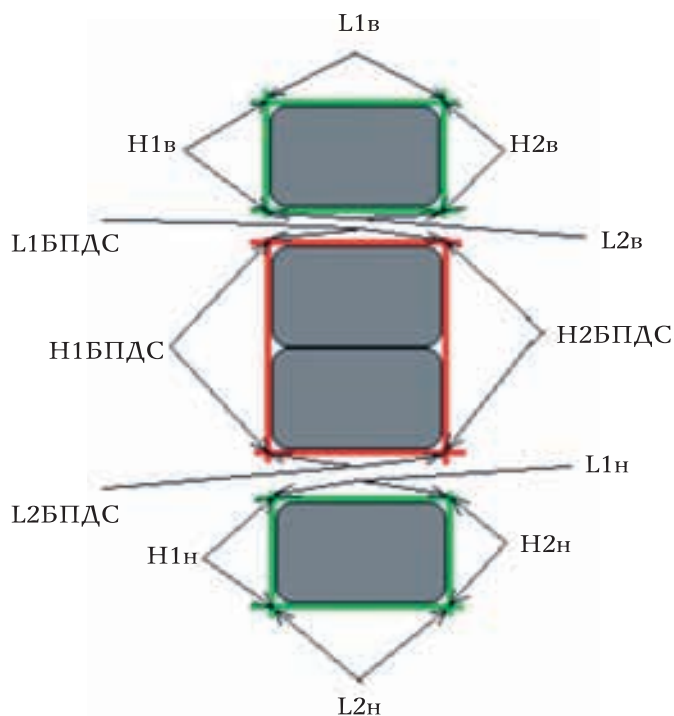
Для соблюдения точности измерений и их стандартизации учитывали следующее:

- оценку размеров блокированного сегмента и соседних интактных тел позвонков проводили по рентгеновским снимкам, выполненным в боковой проекции, что позволило избежать искажений, обусловленных физиологическими изгибами позвоночника в сагиттальной плоскости, которые нельзя исключить по прямой рентгенограмме;
- высоту и переднезадний размер, которые определяли путем вписывания контуров тела позвонка в гео-

метрическую фигуру, представленную четырехугольником (рис. 1);

- расчет высоты и переднезаднего размера блокированного позвоночно-двигательного сегмента и соседних тел позвонков осуществляли путем получения их среднеарифметического значения для каждого из параметров:  $H_{\text{среднее}} = H_1 + H_2$  и  $L_{\text{среднее}} = L_1 + L_2$  (рис. 2);
- сравнение высоты и переднезаднего размера блокированного сегмента осуществляли с выше- и нижележащим позвонками, что учитывало индивидуальные особенности темпов роста и развития, характерные для каждого пациента.

В ходе изучения антропометрических данных по боковой рентгенограмме позвоночника анализировали следующие параметры: высоту и переднезадний размер блокированного позвоночно-двигательного сегмента и динамику его прироста, высоту и переднезадний размер ниже- и вышележащих тел соседних интактных позвонков и динамику их прирос-



**Рис. 1**

Схема определения высоты и переднезаднего размера тел блокированного позвоночно-двигательного сегмента (БПДС) и интактных соседних позвонков по рентгенограммам позвоночника в боковой проекции:

H1в – высота переднего отдела тела верхнего соседнего позвонка; H2в – высота заднего отдела тела верхнего соседнего позвонка; L1в – переднезадний размер верхней части тела верхнего соседнего позвонка; L2в – переднезадний размер нижней части тела верхнего соседнего позвонка; H1БПДС – высота переднего отдела тел блока; H2БПДС – высота заднего отдела тел блока; L1БПДС – переднезадний размер верхней части тела блока; L2БПДС – переднезадний размер нижней части тел блока; H1н – высота переднего отдела тела нижнего соседнего позвонка; H2н – высота заднего отдела тела нижнего соседнего позвонка; L1н – переднезадний размер верхней части тела нижнего соседнего позвонка; L2н – переднезадний размер нижней части тела нижнего соседнего позвонка

та. Полученные показатели прироста сравнивали между собой в процессе развития ребенка, что позволяло учитывать индивидуальные особенности ростовых показателей для каждого больного.



**Рис. 2**

Измерение параметров блокированного позвоночно-двигательного сегмента (БПДС) и соседних позвонков по рентгенограмме

### Результаты и их обсуждение

После хирургического вмешательства коррекция сколиотической и кифотической деформации составила от 85 до 100%. Неврологических осложнений и дестабилизации металлоконструкции не отмечали. Костный блок в зоне операции формировался в течение 1,5–2 лет, после чего спинальный имплантат удаляли. Формирование выраженного костного блока отмечено в 100% наблюдений. У всех пациентов в процессе роста и развития сохранялась достигнутая коррекция деформации (рис. 3).

Высота и переднезадний размер тел позвонков блокированного позвоночно-двигательного сегмента и соседних интактных позвонков имели тенденцию к равномерному увеличению. Динамика средних значений прироста измеряемых показателей отражена на рис. 4, 5.

Показатели относительного прироста высоты и переднезаднего размера блокированного позвоночно-двигательного сегмента и соседних интактных тел позвонков сразу после операции и через 5 лет после хирургического вмешательства представлены в табл. 2.

Средняя высота тела верхнего интактного позвонка после оперативного лечения составила 11,4 мм, через

пять лет наблюдения — 15,1 мм; переднезадний размер — 15,2 мм, к концу периода наблюдения — 21,2 мм. Относительный прирост средней высоты и переднезаднего размера тела верхнего смежного позвонка — 24,8 и 28,1% соответственно. Средняя высота тел блокированного позвоночно-двигательного сегмента после операции составила 25,9 мм, через пять лет наблюдения — 34,2 мм, среднее значение переднезаднего размера тел блокированного позвоночно-двигательного сегмента за период наблюдения возросло с 15,8 до 21,5 мм. Относительный прирост средней высоты и переднезаднего размера тел блокированного позвоночно-двигательного сегмента — 24,4 и 26,7% соответственно. Средняя высота и переднезадний размер тела нижнего интактного позвонка за период наблюдения увеличились с 13,2 и 17,2 мм до 17,8 и 23,0 мм соответственно (26,9 и 25,2%).

Таким образом, относительный прирост средних измеряемых показателей тел верхнего, нижнего соседних интактных позвонков и блокированного позвоночно-двигательного сегмента претерпел одинаковые изменения. За весь период наблюдения увеличение этих показателей составило в среднем 25,4% (Н среднее) и 26,7% (L среднее) от исходных значений.



**Рис. 3**

Рентгенограммы пациента Н., 2 лет 3 мес., с врожденным кифосколиозом на фоне заднебокового полупозвонка Th<sub>12</sub> (D): а – до операции; б – после операции; в – через 4 года после удаления металлоконструкции



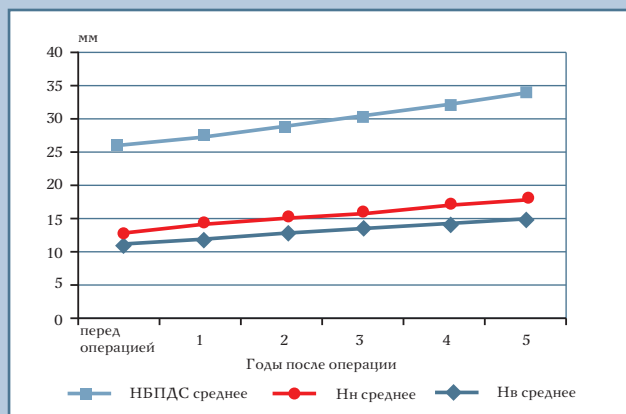


Рис. 4

Динамика средних значений прироста высоты (Н) блокированного позвоночно-двигательного сегмента (БПДС) и соседних интактных тел позвонков

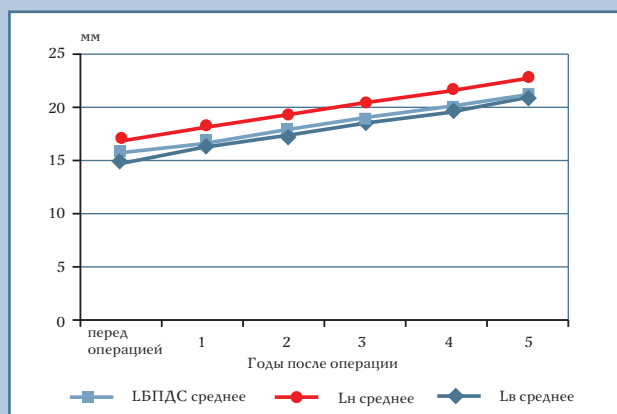


Рис. 5

Динамика средних значений прироста переднезаднего размера (L) блокированного позвоночно-двигательного сегмента (БПДС) и соседних интактных тел позвонков

Таблица 2

Прирост высоты (Н) и переднезаднего размера (L) блокированного позвоночно-двигательного сегмента и соседних тел позвонков

Показатели	После операции, мм	Через 5 лет после операции, мм	Прирост, %
<b>Верхний смежный позвонок</b>			
H1	11,2	15,2	26,1
H2	11,5	15,1	23,6
H среднее	11,4	15,1	24,8
L1	15,1	21,2	28,6
L2	15,3	21,2	27,7
L среднее	15,2	21,2	28,1
<b>Блокированный позвоночно-двигательный сегмент</b>			
H1	25,6	33,7	23,9
H2	26,1	34,7	24,8
H среднее	25,9	34,2	24,4
L1	15,1	21,1	28,4
L2	16,5	21,9	24,7
L среднее	15,8	21,5	26,7
<b>Нижний смежный позвонок</b>			
H1	13,3	18,5	27,9
H2	13,2	17,8	25,8
H среднее	13,3	18,1	26,9
L1	16,8	22,9	26,6
L2	17,6	23,1	23,8
L среднее	17,2	23,0	25,2

Блокированный позвоночно-двигательный сегмент является новой функциональной единицей позвоночника, сформированной между телами поз-

вонков, прилегающих к зоне экстирпации полупозвонка. Новая сформированная структура развивается гармонично и пропорционально, по законам рос-

та смежных интактных позвоночных сегментов. Оптимальными условиями для ее создания и дальнейшего развития являются радикальная коррекция всех компонентов врожденной деформации в ходе хирургического вмешательства и жесткая инструментальная фиксация при формировании костного блока в процессе роста ребенка. Полноценное исправление сколиотического и кифотического компонентов деформации, при условии гармоничного развития блокированного позвоночно-двигательного сегмента, позволяет обеспечить правильное формирование физиологических изгибов позвоночника.

Применение конструкции с транспедикулярными опорными элементами у детей при хорошем владении этим способом фиксации является оптимальным и эффективным методом, позволяющим достичь радикальной коррекции деформации и сохранить полученный результат в процессе динамического наблюдения. Полноценная коррекция врожденной дуги искривления возможна за счет воздействия транспедикулярных опорных элементов на все три колонны позвоночника, а сохранение полученного результата возможно благодаря жесткой и стабильной фиксации.

## Заключение

У пациентов с врожденными деформациями позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков коррекция искривления должна быть

радикальной. Динамика антропометрических показателей блокированно-го позвоночно-двигательного сегмента после экстирпации полупозвонка указывает на его равномерное развитие без отставания прироста высоты

и переднезаднего размера тел позвонков, включенных в блок. Новая функциональная единица позвоночника гармонично развивается и создает условия для нормального роста и развития позвоночника в целом.

## Литература

1. **Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н.** Экспериментальная модель транспедикулярной фиксации растущего позвоночно-двигательного сегмента // Хирургия позвоночника. 2007. № 1. С. 75–80. Vissarionov S.V., Kokushin D.N. Eksperimental'naya model' transpedikulyarnoy fiksatsii rastuschego pozvonochno-dvigatel'nogo segmenta // Hirurgiya pozvonochnika. 2007. № 1. S. 75–80.
2. **Виссарионов С.В., Мушкин А.Ю., Ульрих Э.В.** Транспедикулярная фиксация у детей младшего возраста (экспериментальное обоснование и первый клинический опыт) // Травматол. и ортопед. России. 2005. № 4 (38). С. 10–14. Vissarionov S.V., Mushkin A.Yu., Ul'rih E.V. Transpedikulyarnaya fiksatsiya u detey mladshogo vozrasta (eksperimental'noe obosnovanie i pervyy klinicheskiy opyt) // Travmatol. i ortoped. Rossii. 2005. № 4 (38). S. 10–14.
3. **Виссарионов С.В.** Хирургическое лечение сегментарной нестабильности грудного и поясничного отделов позвоночника у детей: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. С. 130. Vissarionov S.V. Hirurgicheskoe lechenie segmentarnoy nestabil'nosti grudnogo i poynichnogo otdelov pozvonochnika u detey: Dis. ... d-ra med. nauk. SPb., 2008. S. 130.
4. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002. Mihaylovskiy M.V., Fomichev N.G. Hirurgiya deformatsiy pozvonochnika. Novosibirsk, 2002.
5. Пат. № 2359339 Российская Федерация. Способ моделирования транспедикулярной фиксации позвоночника в растущем организме / Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н.; заявл. 26.11. 2007; опубл. 20.06.2009, Бюл. № 17. Пат. № 2359339 Rossiyskaya Federatsiya. Sposob modelirovaniya transpedikulyarnoy fiksatsii pozvonochnika v rastuschem organizme / Vissarionov S.V., Kokushin D.N.; zayavl. 26.11. 2007; opubl. 20.06.2009, Byul. № 17.
6. **Ульрих Э.В.** Аномалии позвоночника у детей. СПб., 1995. Ul'rih E.V. Anomalii pozvonochnika u detey. SPb., 1995.
7. **Ульрих Э.В., Виссарионов С.В., Мушкин А.Ю.** Хирургическое лечение врожденных сколиозогенных нарушений формирования у детей раннего возраста с использованием имплантатов транспедикулярной фиксации // Хирургия позвоночника. 2005. № 3. С. 56–60. Ul'rih E.V., Vissarionov S.V., Mushkin A.Yu. Hirurgicheskoe lechenie vrozhdennykh skoliozogennykh narusheniy formirovaniya u detey rannego vozrasta s ispol'zovaniem implantatov transpedikulyarnoy fiksatsii // Hirurgiya pozvonochnika. 2005. № 3. S. 56–60.
8. **Bollini G., Docquier P.-L., Viehweger E., et al.** Lumbar hemivertebra resection // J. Bone Joint Surg. Am. 2006. Vol. 88. P. 1043–1052.
9. **Bradford D.S., Boachie-Adjei O.** One-stage anterior and posterior hemivertebral resection and arthrodesis for congenital scoliosis // J. Bone Joint Surg. Am. 1990. Vol. 72. P. 536–540.
10. **King J.D., Lowery G.L.** Results of lumbar hemivertebral excision for congenital scoliosis // Spine. 1991. Vol. 16. P. 778–782.
11. **Leatherman K.D., Dickson R.A.** Two-stage corrective surgery for congenital deformities of the spine // J. Bone Joint Surg. Br. 1979. Vol. 61. P. 324–328.
12. **Ruf M., Harms J.** Hemivertebra resection by a posterior approach: innovative operative technique and first results // Spine. 2002. Vol. 27. P. 1116–1123.
13. **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.
14. **Ruf M., Harms J.** Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation: early correction in children aged 1 to 6 years // Spine. 2003. Vol. 28. P. 2132–2138.
15. **Slabaugh P.B., Winter R.B., Lonstein J.E., et al.** Lumbosacral hemivertebrae. A review of twenty-four patients, with excision in eight // Spine. 1980. Vol. 5. P. 234–244.

### Адрес для переписки:

Виссарионов Сергей Валентинович  
196603, Санкт-Петербург,  
Пушкин, ул. Парковая, 64–68,  
НИДОИ им. Г.И. Турнера,  
turner01@mail.ru

Статья поступила в редакцию 12.07.2010