

Особенности лучевой картины у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков

С.В. Виссарионов^{1,2}, А.Г. Баиндурашвили^{1,2}, Н.О. Хусаинов¹, Д.Н. Кокушин¹,
В.А. Барт³, А.В. Белецкий⁴

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России
Парковая ул., д. 64–68, 196603, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Минздрава России. Ул. Кирочная, д. 41, 191015, Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская набережная д. 7–9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» Минздрава Республики Беларусь.
ул. Лейтенанта Кижеватова, д. 60, корп. 4, 220024, г. Минск, Республика Беларусь

Реферат

Цель исследования — изучение изменений костных структур при врожденной деформации грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков в результате патологических процессов в процессе роста ребенка и выявление корреляционной зависимости этих изменений.

Материал и методы. В исследование вошло 30 пациентов с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков. Возраст пациентов варьировал от 3 до 10 лет (в среднем 7 лет). Распределение по полу — 19 девочек, 11 мальчиков. Всем пациентам проведено лучевое обследование, включающее выполнение рентгенограмм позвоночника в двух стандартных проекциях в положении ребенка лежа, компьютерную томографию позвоночника.

Результаты. Величина сколиотической дуги деформации составила 67° (45–88°), величина патологического грудного лордоза — 23° (18–27°). Количество заблокированных позвоночно-двигательных сегментов, входящих в основную дугу деформации, — 6 (3–8). Расстояние между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации (АВ) — 6 мм (4–10 мм). Результаты корреляционного анализа показали, что расстояние АВ в наибольшей степени зависело от количества позвоночно-двигательных сегментов, входящих в блок на протяжении несегментированного стержня: коэффициент корреляции Пирсона составил 0.67. На основании данных КТ исследования позвоночника отмечено отсутствие ротационного компонента деформации тел позвонков на протяжении несегментированного стержня.

Заключение. У детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков имеет место патологический лордоз в зоне порока. Изменения костных структур обусловлены асимметричным ростом половины тела позвонка на уровне несегментированного стержня. Выраженность асимметрии находится в сильной корреляционной зависимости от количества тел позвонков, входящих в блок на протяжении несегментированного стержня.

Ключевые слова: врожденный сколиоз, нарушение сегментации, грудной отдел позвоночника.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-41-48

Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Хусаинов Н.О., Кокушин Д.Н., Барт В.А., Белецкий А.В. Особенности лучевой картины у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):41-48. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-41-48.

Cite as: Vissarionov S.V., Baidurashvili A.G., Khusainov N.O., Kokushin D.N., Bart V.A., Beletsky A.V. [Features of Imaging Findings in Children with Congenital Thoracic Spine Deformity on the Background of Malsegmentation of Vertebrae Lateral Surface]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(2): 41-48. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-41-48.

Виссарионов Сергей Валентинович. Парковая ул., д. 64–68, 196603, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия / Sergei V. Vissarionov. Parkovaya ul., 64–68, 196603 Pushkin, St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: vissarionovs@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 23.04.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 29.05.2018.

Features of Imaging Findings in Children with Congenital Thoracic Spine Deformity on the Background of Malsegmentation of Vertebrae Lateral Surface

S.V. Vissarionov^{1,2}, A.G. Baindurashvili^{1,2}, N.O. Khusainov¹, D.N. Kokushin¹, V.A. Bart³, A.V. Beletsky⁴

¹ Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics
Parkovaya ul., 6468, 196603, Pushkin, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University
41, Kirochnaya ul., 191015, St. Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg State University
7–9, Universitetskaya nab., 199034, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopaedics under the Health Ministry of Belarus Republic
60, build. 4, ul. Lt. Kizhevatova, 220024, Minsk, Republic of Belarus

Abstract

Purpose — to study alterations in the bony structures in cases of congenital deformity of the thoracic spine combined with malsegmentation of lateral surfaces of vertebrae due to pathological processes during growth period of children and to find correlation with above alterations.

Material and Methods. The study included 30 patients with congenital deformity of thoracic spine combined with malsegmentation of lateral surfaces of vertebrae. Age of patients ranged from 3 to 10 years (mean of 7 years). Gender distribution — 19 female and 11 male patients. All patients underwent imaging examination including spine roentgenography in two standard views in prone position as well as computer tomography.

Results. Magnitude of deformity scoliotic curve was 67° (45–88°) and of pathological thoracic lordosis — 23° (18–27°). Mean number of block vertebral motion segments included into the main deformity curve was 6 (3–8). Mean distance between the outline of lateral vertebral surface and lateral outline of projection of curve root of apical vertebra on convex side of deformity (AB) was 6 mm (4–10 mm). Correlation analysis demonstrated that AB distance mostly depended on the number of vertebral motion segments included into the block along non-segmental area: Pearson coefficient 0.67. Based on CT scans the authors observed no rotation component of bodies' deformity along the non-segmental area.

Conclusion. Children with congenital thoracic spine deformity along with malsegmentation of lateral surfaces of vertebrae feature pathological lordosis in affected zone. Alterations in the bony structures result from asymmetric growth of one half of the vertebral body at the level of non-segmentation. Asymmetry severity has a strong correlation dependency from the number of vertebral bodies included in the block along the non-segmental area.

Keywords: congenital scoliosis, malsegmentation, thoracic spine.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-41-48

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the study was carried out according to the program of the Union State «Development of new spinal systems using prototyping technologies in the surgical treatment of children with severe spine congenital deformities and injuries».

Введение

Хирургическому лечению детей с врожденной деформацией позвоночника различного генеза посвящено достаточное количество исследований как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Одни авторы предлагают одномоментные оперативные вмешательства с радикальной коррекцией врожденного искривления [1, 2], другие рекомендуют этапное хирургическое лечение, направленное на исправление имеющегося искривления в процессе роста и развития ребенка [3–5]. Безусловно, эти работы важны с точки зрения оценки полученных результатов хирургического

лечения, а также прогноза развития позвоночного столба в процессе жизни пациента. Значительно меньше в литературе работ, в которых анализируется естественное течение и темпы прогрессирования врожденной деформации позвоночника различного характера. Основная часть этих исследований посвящена наиболее часто встречающимся вариантам аномалий развития позвонков — нарушению формирования [6, 7]. В них отражены величины сколиотического и кифотического компонентов деформации и локализация аномальных позвонков, характеризующие стабильный характер течения врожденного искривления на фоне

нарушения формирования позвонков, а также величины и признаки, способствующие прогрессированию врожденной деформации.

Однако мы не встретили исследований, позволяющих оценить состояние позвоночного столба у пациентов с врожденной деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков, а также патологических процессов и структурных изменений костных элементов тел позвонков, входящих в основную дугу искривления. Кроме того, в доступной литературе не освещены вопросы корреляционной зависимости изменений костных структур, происходящих в основной дуге деформации в ходе патологического процесса.

Цель исследования — изучить изменения костных структур у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков в результате патологических процессов в процессе роста и выявить корреляционную зависимость этих изменений.

Материал и методы

Под нашим наблюдением находилось 30 пациентов в возрасте от 3 до 10 лет с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне изолированного нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков. Всем пациентам проводили лучевое обследование, включающее выполнение рентгенограмм позвоночника в двух стандартных проекциях в положении ребенка лежа и компьютерную томографию (КТ) грудного отдела позвоночника. На основании полученных данных определяли количество блоки-

рованных позвоночно-двигательных сегментов, входящих в основную дугу деформации, а также величину дуги искривления в передне-задней и боковой проекциях позвоночника. Кроме того, по данным спондилограмм, выполненных в передне-задней проекции, измеряли расстояние между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации (рис. 1).

По данным КТ определяли и оценивали ротационные изменения тел позвонков, входящих в основную дугу искривления. У детей с наличием бокового блокирования тел позвонков в грудном отделе позвоночника определяли выраженность асимметричного роста тела позвонка с целью изучения особенностей врожденной деформации позвоночника. На основании полученных данных выявляли особенности формирования и развития костных структур позвонков в зоне порока.

Статистический анализ проводился в программе Statistica 10. Проверка нормальности распределения полученных значений выполнена с помощью метода описательной статистики (гистограммный анализ), данные описывали как Me (min-max) (медиана, минимум-максимум). Для выявления закономерностей особенностей развития костных структур тел позвонков с наличием бокового блокирования у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника использовали корреляционный анализ (коэффициент Пирсона r) с построением корреляционных матриц и оценкой частных корреляций.

Результаты

Величина сколиотической деформации у пациентов, несмотря на небольшой возраст детей, колебалась от 45 до 88°. Величина искривления измерялась с учетом всех позвонков, вовлеченных в дугу деформации, а не только позвонков, входящих в блок (табл. 1).

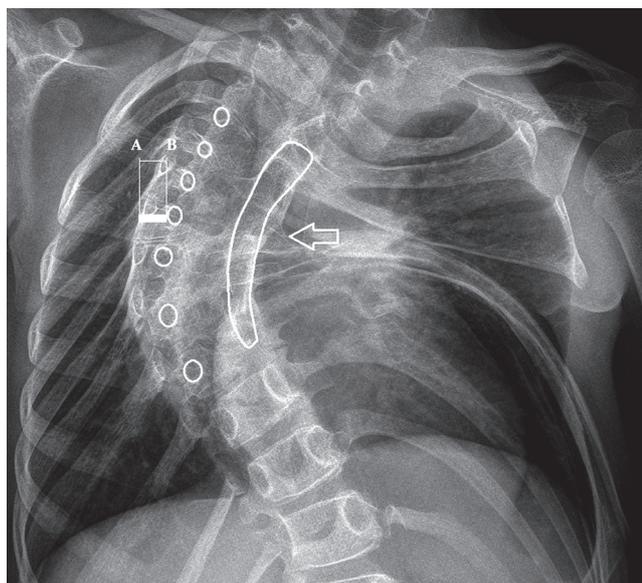


Рис. 1. Измерение расстояния (AB) между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации на рентгенограмме в передне-задней проекции. Стрелкой указана зона бокового блокирования тел позвонков

Fig. 1. Measuring of distance (AB) between the outline of lateral vertebral surface and lateral outline of projection of curve root of apical vertebra on convex side of deformity upon AP x-ray. Arrow marks the area of posterior block of vertebral bodies

Характеристика параметров костных структур основной дуги искривления
Characteristics of bony structures of the main deformity curve

Пациенты (n = 30)	Пол	Возраст, лет	Кол-во заблокированных тел позвонков/ локализация основной дуги деформации	AB*, мм	Величина сколиотической дуги деформации, град.	Величина патологического грудного лордоза, град.
1	м	7,0	7/Th4-Th10	10	75	25
2	м	6,0	5/Th6-Th11	4	55	24
3	ж	7,0	5/Th4-Th8	4	57	22
4	м	7,0	6/Th5-Th10	7	68	24
5	ж	5,0	4/Th7-Th10	4	57	20
6	м	8,0	5/Th5-Th10	5	64	22
7	ж	7,0	7/Th3-Th9	7	80	24
8	ж	4,0	3/Th5-Th7	4	45	18
9	ж	7,0	6/Th4-Th9	5	69	20
10	м	7,5	6/Th5-Th10	7	65	22
11	м	9,0	7/Th3-Th9	8	86	25
12	ж	7,0	8/Th4-Th11	10	80	23
13	ж	3,0	3/Th4-Th6	4	53	18
14	м	5,0	5/Th4-Th9	5	63	21
15	ж	5,5	4/Th4-Th7	5	52	20
16	ж	10,0	7/Th3-Th9	8	82	25
17	ж	7,0	6/Th6-Th11	6	67	24
18	ж	7,0	6/Th4-Th9	6	81	27
19	м	5,0	6/Th4-Th9	6	62	24
20	ж	8,0	7/Th3-Th9	8	88	26
21	ж	5,0	6/Th1-Th6	7	68	22
22	м	7,0	7/Th6-Th12	8	78	23
23	м	6,0	6/Th5-Th10	8	67	20
24	м	5,0	8/Th2-Th9	9	76	22
25	ж	8,0	7/Th3-Th9	9	80	26
26	ж	4,0	6/Th6-Th11	4	59	23
27	ж	5,0	4/Th10-Th13	4	60	24
28	ж	5,5	5/Th10-Th14	4	57	19
29	ж	8,0	6/Th4-Th9	6	71	24
30	ж	5,0	5/Th4-Th8	4	57	22
Me (min-max)		7 (3–10)	6 (3–8)	6 (4–10)	67 (45–88)	23 (18–27)

* — расстояние между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации.

У всех детей на рентгенограммах отмечалась лордотическая деформация позвоночного столба на всем протяжении несегментированного стержня, а в клинической картине имела место плоская спина. Отметим, что у этой категории пациентов отсутствовал как физиологический кифоз в грудном отделе позвоночника, так и патологический кифотический компонент деформации (рис. 2).

Кроме того, при этом варианте врожденной деформации у тел позвонков, расположенных на вершине основной дуги искривления, на стороне противоположной несегментированному стержню оценивали расстояние АВ между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги. На основании проведенного анализа отмечено, что чем большее количество позвонков вовлечено в формирование блока несегментированного стержня, тем больше расстояние АВ. Согласно данным, представленным в таблице 1, при наличии трех позвонков, участвующих в формировании блока, величина расстояния соответствовала 4 мм, а при восьми заблокированных позвонках — достигала 10 мм. Однако на основании данных КТ у этой категории пациентов отмечено отсутствие ротационного компонента деформации тел позвонков на протяжении несегментированного стержня (рис. 3).

Кроме того, у пациентов анализировали взаимосвязь следующих параметров: возраста, величины сколиотической дуги деформации, количества заблокированных тел позвонков и величины расстояния АВ. Установлено, что значение величины расстояния АВ в наибольшей степени зависело от количества позвоночно-двигательных сегментов, входящих в блок на протяжении несегментированного стержня; коэффициент корреляции Пирсона составил 0,67 (табл. 2).

Для определения степени влияния каждого из признаков на величину корреляционной связи был проведен анализ частных корреляций, подтвердивший наибольшее значение признака «костный блок», характеризующего количество входящих в блок позвоночно-двигательных сегментов (табл. 3).

При анализе частных корреляций с элиминацией признака «костный блок» продемонстрировано значимое ослабление корреляционной связи между изучаемыми параметрами, что доказывает наиболее выраженное влияние количества включенных в костный блок позвонков на величину расстояния АВ. Таким образом, выраженность асимметрии роста позвонков зависит в большей степени от количества заблокированных сегментов.

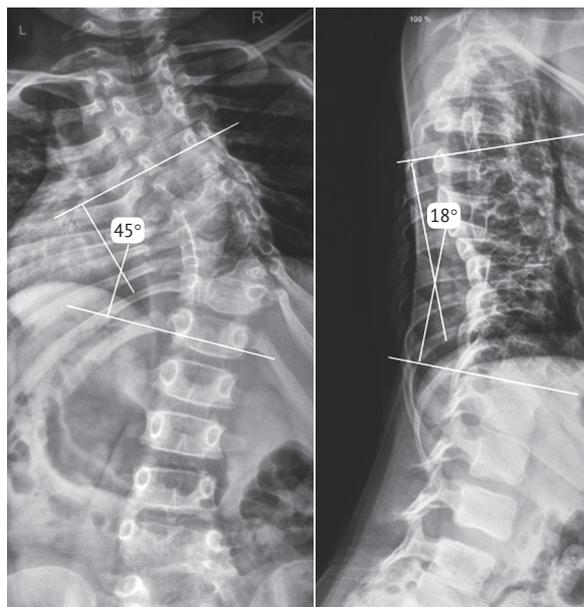


Рис. 2. Рентгенограммы пациента С. 4 лет с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков Th6-Th11(S) и одностороннего синostoza ребер.

Величина патологического грудного лордоза — 18°

Fig. 2. X-rays of patient S., 4 years old, with congenital thoracic spine deformity with malsegmentation of lateral surface of vertebral bodies Th6-Th11(S) and unilateral ribs synostosis.

Magnitude of pathological lordosis is 18°

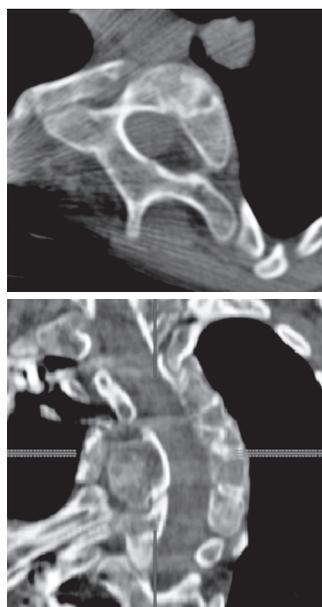


Рис. 3. КТ грудного отдела позвоночника пациента К.

5 лет с врожденным нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков

Fig. 3. CT scan of thoracic spine of patient K., 5 years old, with congenital malsegmentation of lateral surfaces of vertebral bodies

Таблица 2/Table 2

Корреляционная зависимость показателей возраста, количества заблокированных позвонков, значение расстояния АВ и величины сколиоза у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков
Correlation dependency between age, number of block vertebrae, AB distance value and scoliosis magnitude in children with congenital deformity of thoracic spine and malsegmentation of lateral surfaces of vertebral bodies

Параметры	Возраст	Количество заблокированных позвонков	4RT АВ*	Величина сколиотической деформации
Возраст	1,00	0,15	0,22	0,43
Количество заблокированных позвонков	0,15	1,00	0,67	0,64
4 RT АВ*	0,22	0,67	1,00	0,54
Величина сколиотической деформации	0,43	0,64	0,54	1,00

4 RT АВ* — корень 4-й степени из величины АВ (расстояние между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации).

Таблица 3/Table 3

Анализ частных корреляций с элиминацией признака «костный блок»
Analysis of partial correlations with elimination of “bone block” sign

Показатели	Возраст	4 RT АВ*	Величина сколиоза
Возраст	1,00	0,20	0,23
4 RT АВ*	0,20	1,00	0,03
Величина сколиоза	0,23	0,03	1,00

* См. таблицу 2.

Обсуждение

Пациенты детского возраста с врожденной деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков грудной локализации представляют сложную проблему с диагностической и клинической точки зрения. Вопрос о хирургических подходах и тактике лечения таких пациентов остается нерешенным до настоящего времени [8–10]. Понимание развития патологических процессов и происходящих в результате их изменений костных структур тел позвонков, формирующих основную дугу деформации, лежит в основе выработки подхода к хирургической коррекции искривления.

Имеющиеся исследования посвящены частоте встречаемости врожденных деформаций позвоночника и характеру динамики искривления при различных аномалиях позвонков [11]. А.И. Tsirikos с соавторами отмечают, что сколиотическая деформация встречается примерно у 80% пациентов с врожденной деформацией позвоночника, кифосколиотическая — у 14%, кифотическая — у 6% [12].

В работе R.V. Winter с соавторами на примере 234 пациентов показано, что врожденные деформации, склонные к прогрессирующему течению, локализируются в грудном отделе и зоне груднопоясничного перехода [13]. По данным М.]. McMaster с соавторами, основанных на наблюдениях за 216 пациентами с врожденной деформацией позвоночника в течение 5 лет, прогрессирование деформации не отмечалось только у 11% пациентов, у 14% пациентов искривление прогрессировало незначительно, у 75% наблюдалось бурное прогрессирование деформации [14]. Согласно исследованию S. Vatra с соавторами, наблюдавшими прогрессирование врожденной деформации у 73% своих пациентов, максимальные темпы были присущи деформациям 4 типа по классификации Nasca (сочетание полупозвонка и контралатерального бокового блокирования тел) [15]. Врожденные искривления позвоночного столба, обусловленные нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков, относятся к наиболее злокачественно протекающим деформациям, склонным

к неуклонному прогрессированию. Наибольшую скорость увеличения деформации отмечают в течение первых 5 лет жизни и в интервале между 10 и 14 годами [15, 16].

Таким образом, имеющиеся в литературе исследования носят описательный характер, посвящены течению врожденной деформации и темпам прогрессирувания в зависимости от варианта порока и его локализации. Однако в этих исследованиях досконально не анализируются патологические изменения тел позвонков в основной дуге искривления у детей с врожденным нарушением сегментации боковых поверхностей тел позвонков, и не изучается корреляционная зависимость этих изменений друг от друга.

На основании клинических и лучевых данных обследования у детей с врожденной деформацией позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков было установлено отсутствие кифотического компонента деформации в зоне порока. Вместо кифоза в грудном отделе позвоночника отмечался патологический лордоз на уровне порока. Наличие расстояния между контуром боковой поверхности тела и латеральным контуром проекционного изображения корня дуги апикального позвонка на выпуклой стороне деформации, которое традиционно интерпретировали как ротацию апикального позвонка, по данным рентгенограммы позвоночника, выполненной в передне-задней проекции, с учетом имеющегося лордоза в грудном отделе, не является таковым. Выявленное у всех детей отсутствие физиологического и патологического кифоза в грудном отделе позвоночного столба и одновременно с этим отсутствие ротационного компонента деформации тел апикальных позвонков при данной патологии было подтверждено при помощи КТ позвоночника. Мы полагаем, что наличие расстояния АВ на уровне апикального позвонка было обусловлено асимметричным ростом и развитием тел заблокированных позвонков. С вогнутой стороны деформации они были ограничены в развитии за счет несегментированного стержня, формирующего единый костный блок, а с противоположной стороны сохранившаяся половина тела позвонка продолжала расти и развиваться.

Таким образом, наличие расстояния между латеральным краем основания дуги вершинного позвонка и краем его тела обусловлено не ротационным компонентом деформации, которое традиционно интерпретировали по прямой рентгенограмме позвоночника, а асимметричным ростом сохранившейся половины тела позвонка. Этот факт и объясняет имеющуюся лордотическую деформацию на уровне несегментированного стержня у всех пациентов. Выявлена сильная корреляционная связь между количеством заблокированных по-

звонков (протяженностью несегментированного стержня) и выраженностью асимметричного роста тела апикального позвонка. Установлено, что чем больше тел позвонков участвовало в формировании бокового блокирования с одной стороны, тем больше было расстояние между латеральным краем основания дуги вершинного позвонка и краем его тела, а, следовательно, и асимметрия роста тела с противоположной стороны.

Заключение

В ходе исследования установлено, что у детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения сегментации боковых поверхностей тел позвонков имеет место патологический лордоз в зоне порока. Имеющиеся изменения костных структур обусловлены асимметричным ростом половины тела позвонка на уровне несегментированного стержня. Выраженность асимметрии находится в сильной корреляционной зависимости от количества тел позвонков, входящих в блок на протяжении несегментированного стержня.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: работа выполнена в рамках программы Союзного государства «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Литература [References]

1. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией грудного отдела позвоночника на фоне нарушения формирования позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2013;(2):32-37. DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37. Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital thoracic spine deformity associated with vertebral malformation]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2013;(2):32-37. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37.
2. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Картавенко К.А., Ефремов А.М. Хирургическое лечение детей с врожденной деформацией поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2012;(3):33-37. DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37. Vissarionov S.V., Kokushin D.N., Kartavenko K.A., Efremov A.M. [Surgical treatment of children with congenital deformity of the lumbar and lumbosacral spine]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2012;(3):33-37. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2012.3.33-37.
3. Михайловский М.В., Суздалов В.А. Синдром торакальной недостаточности при инфантильном врожденном сколиозе. *Хирургия позвоночника*. 2010;(3):20-28. DOI: 10.14531/ss2010.3.20-28. Mihajlovskij M.V., Suzdalov V.A. [Thoracic insufficiency syndrome in infantile congenital scoliosis]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2010;(3):20-28. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2010.3.20-28.

4. El-Hawary R., Kadhim M., Vitale M., Smith J., Samdani A., Flynn J.M.; Children's Spine Study Group. VEPTR implantation to treat children with early-onset scoliosis without rib abnormalities: early results from a prospective multicenter study. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(8):e599-e605. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000943.
5. Emans J.B., Caubet J.F., Ordonez C.L., Lee E.Y., Ciarlo M. The treatment of spine and chest wall deformities with fused ribs by expansion thoracostomy and insertion of vertical expandable prosthetic titanium rib: growth of thoracic spine and improvement of lung volumes. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(17 Suppl):S58-68. DOI: 10.1097/01.brs.0000175194.31986.2f.
6. Виссарионов С.В., Картавенко К.А., Кокушин Д.Н. Естественное течение врожденной деформации позвоночника у детей с нарушением формирования позвонка в поясничном отделе. *Хирургия позвоночника*. 2018;15(1):6-17. DOI: 10.14531/ss2018.1.6-17. Vissarionov S.V., Kartavenko K.A., Kokushin D.N. [The natural course of congenital spinal deformity in children with isolated vertebral body malformation in the lumbar spine]. *Hirurgiya pozvonochnika* [Journal of Spine Surgery]. 2018;(1):156-17. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2018.1.6-17.
7. Birnbaum K., Weber M., Lorani A., Leiser-Neef U., Niethard F.U. Prognostic significance of the Nasca classification for the long-term course of congenital scoliosis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002;122(7):383-389. DOI: 10.1007/s00402-002-0401-z.
8. Chan G., Dormans J.P. Update on congenital spinal deformities: preoperative evaluation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1766-1774. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181ab62d8.
9. Kaspiris A., Grivas T., Weiss H., Turnbull D. Surgical and conservative treatment of patients with congenital scoliosis: α search for long-term results. *Scoliosis*. 2011;6:12. DOI: 10.1186/1748-7161-6-12.
10. Kawakami N., Tsuji T., Imagama S., Lenke L.G., Puno R.M., Kuklo T.R.; Spinal Deformity Study Group. Classification of congenital scoliosis and kyphosis: a new approach to the three-dimensional classification for progressive vertebral anomalies requiring operative treatment. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1756-1765. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181ac0045.
11. Goldstein I., Makhoul I.R., Weissman A. Hemivertebra: prenatal diagnosis, incidence and characteristics. *Fetal Diagn Ther*. 2005;20(2):121-126. DOI: 10.1159/000082435.
12. Tsirikos A.I., McMaster M.J. Congenital anomalies of the ribs and chest wall associated with congenital deformities of the spine. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;87(11):2523-2536. DOI 10.2106/jbjs.d.02654.
13. Winter R.B., Moe J.H., Eilers V.E. Congenital scoliosis a study of 234 patients treated and untreated. Part I: natural history. *J Bone Joint Surg Am*. 1968;50(issue 1):15-47. DOI: 10.2106/00004623-196850010-00002.
14. McMaster M.J., Ohtsuka K. The natural history of congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(8):1128-1147. DOI: 10.2106/00004623-198264080-00003.
15. Batra S., Ahuja S. Congenital scoliosis: management and future directions. *Acta Orthop Belg*. 2008;74(2):147-160.
16. Goldberg C.J., Moore D.P., Fogarty E.E., F.E. Dowling. The natural history of early onset scoliosis. *Stud Health Technol Inform*. 2002;91:68-70. DOI: 10.1097/01.brs.0000085367.24266.ca.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Виссарионов Сергей Валентинович — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной и учебной работе, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Баиндурашвили Алексей Георгиевич — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России; заведующий кафедрой детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Хусаинов Никита Олегович — научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Кокушин Дмитрий Николаевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Виктор Александрович Барт — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры общей математики и информатики, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург

Белецкий Александр Валентинович — д-р мед. наук, профессор, академик НАН Беларуси, директор ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» Минздрава Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei V. Vissarionov — Dr. Sci. (Med.), professor, deputy director for science, head of the Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; professor of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Alexey G. Baindurashvili — Dr. Sci. (Med.), professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics; head of Traumatology and Orthopaedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Nikita O. Khusainov — research associate of the Department Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitry N. Kokushin — Cand. Sci. (Med.), research associate, Department of Spinal Pathology and Neurosurgery, Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Victor A. Bart — Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor, Chair of General Mathematics and Informatics, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

Alexander V. Beletsky — Dr. Sci. (Med.), professor, director of Belarus Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus