

# Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков у детей: как техника операции влияет на ее травматичность? (предварительные результаты и обзор литературы)

А.Ю. Мушкин<sup>1,2</sup>, Д.Г. Наумов<sup>1</sup>, Е.Ю. Уменушкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России

Лиговский пр., д. 2-4, 191036, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

Ул. Кирочная, д. 41, 191015, Санкт-Петербург, Россия

## Реферат

**Цель исследования** — изучить влияние особенностей техники экстирпации полупозвонков при моносегментарной реконструкции на травматичность операции.

**Материал и методы.** В рамках моноцентровой 4-летней когорты 34 пациентам были выполнены 36 моносегментарных экстирпаций полупозвонков с задней инструментальной фиксации. Средний возраст детей на момент операции составил 4 года 3 мес. (min — 1 год; max — 14 лет). Изучено влияние уровня патологии, оперативного доступа, варианта удаления костных структур и возраста пациентов на длительность операции и объем кровопотери.

**Результаты.** Экстирпации полупозвонков в грудном отделе в сравнении с поясничным оказались более длительными и связанными с большей кровопотерей. Были сформированы три группы пациентов в зависимости от техники экстирпации полупозвонка: 1) экстирпация из двух доступов с использованием высокоскоростного бора; 2) из одного дорсального доступа с той же техникой экстирпации; 3) из дорсального доступа с использованием ультразвукового костного скальпеля). Длительность операции составила в первой, второй и третьей группах соответственно 208±72 мин, 187±54 мин, 170±30 мин, а объем кровопотери — 181±39, 181±53, 132±73 мл, или 11,5±4,3%, 9,4±2,8% и 9,6±5,2% от ОЦК.

**Выводы.** Оперативный доступ и техника экстирпации полупозвонков у детей в разной степени влияют на длительность операции и операционную кровопотерю, при этом наименьшие значения достигаются при операции из заднего доступа, осуществляемой с использованием ультразвукового костного скальпеля.

**Ключевые слова:** врожденный сколиоз, полупозвонок, экстирпация полупозвонка, ультразвуковой костный скальпель.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90

Мушкин А.Ю., Наумов Д.Г., Уменушкина Е.Ю. Экстирпация грудных и поясничных полупозвонков у детей: как техника операции влияет на ее травматичность? (предварительные результаты и обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):83-90. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90.

**Cite as:** Mushkin A.Yu., Naumov D.G., Umenushkina E.Yu. [Thoracic and lumbar Hemivertebra Excision in Pediatric Patients: How Does the Operation Technique Influence on Outcomes? (Cohort Analysis and Literature Review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):83-90. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90.

Мушкин Александр Юрьевич. Лиговский пр., д. 2-4, 191036, Санкт-Петербург, Россия / Alexander Yu. Mushkin. 2-4, Ligovsky pr., 191036, St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: aymushkin@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 09.04.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 25.06.2018.

# Thoracic and lumbar Hemivertebra Excision in Pediatric Patients: How Does the Operation Technique Influence on Outcomes? (Cohort Analysis and Literature Review)

A.Yu. Mushkin<sup>1,2</sup>, D.G. Naumov<sup>1</sup>, E.Yu. Umenushkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology  
2-4, Ligovsky pr., 191036, St. Petersburg, Russian Federation

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

## Abstract

*Purpose of the study* — to study impact of hemi-vertebrae extirpation technique in mono-segmental reconstruction on the surgical trauma.

*Material and Methods.* 34 patients underwent 36 mono-segmental extirpations of hemi-vertebrae followed by a posterior fixation during a single center four years cohort study. Mean age of children at the moment of procedure was 4 years and 3 months (min — 1 year, max — 14 years). The authors studied impact of pathology level, surgical approach, type of bony structures removal technique and age of the patients on the time of procedure and volume of blood loss.

*Results.* Extirpation of thoracic hemi-vertebrae was characterized by a lengthier procedure and greater blood loss in contrast to lumbar hemi-vertebrae. Patients were divided into three groups depending on extirpation technique: 1) extirpation from two approaches using a high-speed burr; 2) from a single dorsal approach using the same extirpation technique; 3) from dorsal approach using ultrasonic bone scalpel. Surgery time was 208±72 min in the first group, 187±54 min in the second group, and 170±30 min in the third group; blood loss volume was 181±39, 181±53, 132±73 ml respectively in the groups, or 11.5±4.3%, 9.4±2.8% and 9.6±5.2% of total blood volume, respectively.

*Conclusion.* Surgical approach and hemi-vertebrae extirpation technique in children have a varying impact on surgery time and intraoperative blood loss, and the least values were reported for posterior approach using ultrasonic bone scalpel.

**Keywords:** congenital scoliosis, hemi-vertebra, extirpation of hemi-vertebra, ultrasonic bone scalpel.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-83-90

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

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

## Введение

Врожденные сколиозы (кифосколиозы), причиной которых являются нарушения формирования позвонков, представляют собой вариант патологии не только с детально изученным естественным течением [1–3], но и с хорошо отработанными принципами хирургической коррекции [4, 5]. Разработанная более 20 лет назад методика одномоментной экстирпации полупозвонка с задней инструментальной фиксацией/коррекцией за прошедшие годы претерпела незначительные изменения, касающиеся особенностей доступа (одно- или двухэтапного), полноты удаления костных структур тела полупозвонка и прилежащих дисков (экстирпация или «egg shell» резекция), а также варианта задней фиксации (крючковые или транспедикулярные системы) [4–7]. При этом вариант задней инструментации существенно не влияет на объем кровопотери и длительность операции. В определенной степени эту операцию можно считать стандартной, что позволяет при ее ана-

лизе в большей степени фокусироваться не на хорошо изученной динамике деформации, а на суммарном времени операции и объеме кровопотери — факторах, прямо или косвенно характеризующих травматичность (агрессивность) вмешательства. Снижение этих параметров сокращает потенциальные затраты на лечение за счет сокращения длительности реабилитации и применения современных биологических и технических средств кровосбережения.

Стандартность (в хорошем значении) принципов операции и глубокий анализ различных ее аспектов, приведенный в работах высокого аналитического уровня [8], позволяет нам сфокусироваться на данных, имеющих принципиальную новизну, что может быть не только интересно, но и полезно для проводящих подобные операции вертебрологов.

**Цель исследования** — изучить влияние особенностей техники экстирпации полупозвонков при врожденных сколиозах на травматичность операции.

## Материал и методы

В исследование включены все последовательно оперированные больные, соответствующие следующим критериям:

- единство места операции — Клиника детской хирургии и ортопедии СПбНИИФ;
- период выполнения вмешательства — с 1 января 2014 по 31 декабря 2017 г.;
- возраст пациентов на момент операции —  $\leq 18$  лет;
- локализация полупозвонков в грудном и поясничном отделах с одномоментной (one-parsctomy surgery) одноуровневой реконструкцией позвоночника.

Все вмешательства выполнены одним хирургом с опытом подобных операций более 20 лет, что обеспечило исключение влияния «кривой обучения» на объект исследования. Таким образом, дизайн исследования соответствует моноцентровой когорте (уровень доказательности III) с ретроспективным анализом данных.

Всего 34 пациентам выполнено 36 моносегментарных экстирпаций полупозвонков. Средний возраст детей на момент операции составил 4 года 3 мес. (от 1 года до 14 лет). В 20 случаях полупозвонки локализовались в грудном, в 16 — в поясничном отделе. Задняя инструментальная фиксация во всех случаях осуществлена погружными металлоконструкциями третьего поколения с различными вариантами компоновки (транспедикулярные винты, ламинарные крючки, гибридная комплектация).

С учетом особенностей оперативных доступов и методики экстирпации выделены три группы пациентов:

- группа 1 ( $n = 17$ ) — операция проведена из комбинированных (бокового и заднего) доступов с экстирпацией полупозвонка традиционным инструментарием — высокоскоростным костным бором, кусачками Керрисона и т.д.;
- группа 2 ( $n = 7$ ) — вмешательство выполнено тем же инструментарием только из дорсального доступа;
- группа 3 ( $n = 12$ ) — операция проведена из одного дорсального доступа с удалением всех костных структур ультразвуковым костным скальпелем с режущей и шейверной насадками (во всех случаях использован аппарат Misonix Bone Scalpel, Misonix Inc.).

Параметры, изученные в ходе исследования: время операции от разреза до ушивания раны, величина абсолютной и относительной кровопотери. Величина абсолютной кровопотери (мл) оценивалась гравиметрическим методом (потери в аспираторе и салфетки), относительной (в процентах к ОЦК) — по отношению к абсолютной кровопоте-

ри к расчетному возрастному-весовому показателю ОЦК. Факторы, влияющие на указанные параметры: уровень аномалии, возраст ребенка и вариант хирургического вмешательства.

Сознательно за рамки исследования были выведены вопросы операционной коррекции и послеоперационной динамики деформации, что обусловлено, во-первых, отсутствием прямой связи между травматичностью и техническим вариантом этапа задней инструментации, а во-вторых — большим числом посвященных этому вопросу публикаций, что отражено в упомянутых выше систематических обзорах.

Статистическая обработка проведена с использованием программы Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). При анализе использованы рекомендации AOSpine по планированию и проведению клинических исследований в вертебологии [9].

Проверка нормальности распределения параметров выполнена с помощью метода описательной статистики. Результаты представлены как в виде  $Me (min, max)$ , так и в виде  $M \pm m$ , что диктовалось необходимостью корректного сопоставления с данными литературы.

При когортной оценке влияния факторов «возраст» и «локализация полупозвонка» применен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Для определения статистически значимых различий между тремя и более независимыми выборками по уровню выраженности анализируемых переменных (время операции и операционная кровопотеря) использован непараметрический критерий  $H$  Крускала – Уоллеса. Статистические различия оценены как значимые при двустороннем  $p < 0,05$ .

## Результаты

В соответствии с современными принципами хирургического лечения врожденных сколиозов, вызванных полупозвонками [5, 6], основная часть пациентов оперирована в периоде раннего детства: 28 из 36 детей — в возрасте до 3 лет (включительно), один — в период от 4 до 7 лет, и 7 — в школьном возрасте. Возрастная структура детей на момент вмешательства с учетом особенностей техники операции представлена в таблице 1.

Средний срок послеоперационного наблюдения составил 2 года 9 мес.  $\pm 1$  год 1 мес. Каких-либо осложнений, связанных с техникой удаления полупозвонков, в анализируемой когорте не выявлено.

В ходе исследования не выявлено влияния фактора «возраст пациента» на продолжительность операции и кровопотерю. Основные результаты сравнительного анализа суммированы в таблице 2.

Таблица 1

## Возрастная структура оперированных пациентов

Группа	До 3 лет (min = 1 год)	От 4 до 7 лет	Старше 7 лет (max = 14 лет)	Средние значения	
				Me (min; max)	M±m
1	14	0	3	3+9 (2+0; 12+0)	3+9±1+2
2	4	1	2	2+10 (1+4; 13+0)	5+9±0+11
3	10	0	2	2+7 (1+0; 14+0)	3+8±0+6
Всего	28	1	7	2+9 (1+0; 14+0)	4+3±1+8

Таблица 2

## Длительность операции и объем кровопотери в исследуемых группах

Оцененный параметр		Группы сравнения			Комментарий
		Группа 1 n = 17	Группа 2 n = 7	Группа 3 n = 12	
Длительность операции, мин	Me (min; max)	190 (125; 440)	180 (100; 260)	172 (120; 215)	* Достоверно снижение в сравнении с группами 1 и 2 ( $p_1 = 0,044$ , $\chi^2 = 4,067$ )
	M±m	<b>208±72</b>	<b>187±54</b>	<b>170±30*</b>	
в т.ч. Th	Me (min; max)	182 (155; 440)	190 (150; 260)	172 (135; 215)	
	M±m	205±69		173±39	
		221±28	201±17		
т.ч. L	Me (min; max)	190 (125; 225)	100**	172 (120; 215)	** Один больной под наблюдением
	M±m	174±37		169±28	
		191±13	100**		
Объем кровопотери, в мл	Me (min; max)	130,0 (50; 700)	127,0 (90; 450)	110,0 (40; 300)	*** Достоверность снижения абсолютной кровопотери на 27,1% в сравнении с группами 1 и 2, не доказана ( $p_2 = 0,579$ , $\chi^2 = 0,308$ )
	M±m	<b>181,0±39,0</b>	<b>181,0±53,0</b>	<b>132,0±73,0***</b>	
в т.ч. Th	Me (min; max)	145,0 (60; 700)	135,0 (100; 450)	115,0 (50; 200)	
	M±m	194,0±59,0		136,0±81,0	
		217,0±96,0	203,0±142,0		
т.ч. L	Me (min; max)	120,0 (50; 300)	90,0**	110,0 (40; 300)	
	M±m	128,0±79,0		125±64	
		130,0±82,0	90,0**		
Объем кровопотери, % от ОЦК	Me (min; max)	12 (4,5; 25)	11,1 (5; 27)	8,9 (4; 16,3)	
	M±m	<b>11,5±4,3<sup>T</sup></b>	<b>9,4±2,8</b>	<b>8,5±2,4<sup>T</sup></b>	
в т.ч. Th	Me (min; max)	11,5 (6; 25)	10,5 (7; 27)	8,3 (5,5; 13)	
	M±m	10,8±3,8		8,7±3,4	
		11,5±3,9	10,2±2,2		<sup>T</sup> Достоверно снижение в сравнении с группой 1 ( $p_3 = 0,024$ , $\chi^2 = 5,113$ )
т.ч. L	Me (min; max)	12,8 (4,5; 20)	9,1**	8,9 (4; 10,5)	
	M±m	11,4±5,1		8,4±2,0	
		11,6±5,1	9,1**		

Жирным шрифтом выделены наиболее важные показатели средних, сопоставимые с другими источниками.

Следует обратить внимание на то, что использование ультразвукового скальпеля, прежде всего, обеспечило снижение продолжительности операции и кровопотери при вмешательстве на грудных полупозвонках, практически выровняв их с показателями поясничных экстирпаций. Нельзя не отметить и то, что достаточно явные, на первый взгляд, межгрупповые различия некоторых показателей (прежде всего, объемов абсолютной кровопотери) не нашли подтверждения при статистическом анализе. Наиболее простым объяснением этого, на наш взгляд, является небольшая по количеству анализируемая когорта.

### Обсуждение

Применение низкочастотного ультразвукового скальпеля в хирургии позвоночника началось относительно недавно. Н. Nakase с соавторами (2006), обобщили результаты его использования для декомпрессии позвоночного канала у 98 больных с преимущественно дегенеративной патологией шейного отдела (64 пациента) и сделали вывод о снижении объема операционной кровопотери и отсутствии осложнений, в первую очередь, повреждений невральных структур [10]. Х. Ну с соавторами, применив ультразвуковой скальпель при различных вариантах остеотомии с полисегментарной реконструкцией (средняя протяженность — 5 позвоночно-двигательных сегментов) в ретроспективной клинической серии у 128 пациентов, отметили его эффективность для снижения продолжительности операции и объема кровопотери, составивших 4 ч 30 мин и 425 мл соответственно. Лишь в 2 (1,5%) случаях авторы выявили связанное с инструментарием повреждение дурального мешка [11]. О значительном снижении кровопотери при использовании ультразвукового скальпеля в сравнении со стандартной хирургией идиопатического сколиоза ( $550 \pm 359$  мл и  $886 \pm 383$  мл соответственно;  $p = 0,007$ ) свидетельствуют С.Е. Bartley с соавторами [12].

Проанализировав крупнейшие базы данных медицинской литературы (PubMed, ClinicalKey), а также базу национальной электронной библиотеки eLIBRARY, нам не удалось найти публикаций, касающихся применения ультразвукового скальпеля в хирургии врожденных деформаций позвоночника у детей. В связи с этим интересно сопоставить полученные нами результаты с данными авторов, выполнявших операции с использованием традиционного инструментария из различных доступов.

На рисунке представлена схема отбора публикаций для систематического анализа результатов моносегментарных экстирпаций полупозвонков за период с 2000 по 2018 г. Поиск осуществлялся по ключевым словам: «congenital scoliosis», «hemivertebra resection», «врожденный сколиоз», «полупозвонки». В обзор включены статьи IV и выше уровней доказательности. При обнаружении работ одних и тех же авторов, после их полнотекстового просмотра, в случае дублирования материала («поглощения») в анализ включали публикацию, либо более позднюю по дате, либо содержащую более полную для анализа информацию.

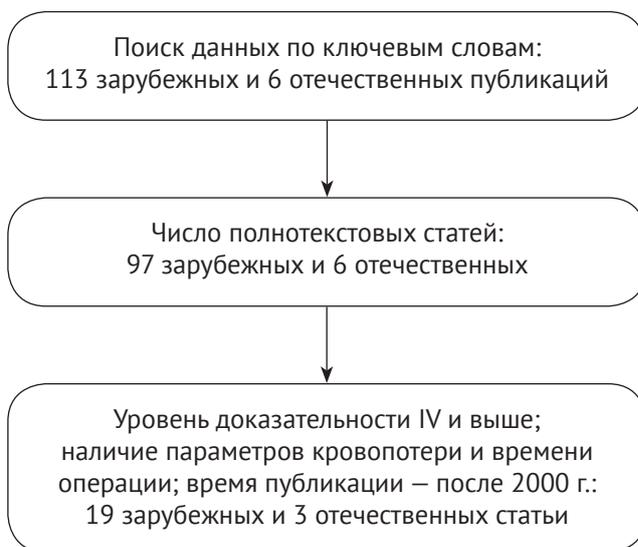


Рис. Схема отбора публикаций

Fig. Literature analysis outline

Ключевые анализируемые критерии: операционная кровопотеря, длительность операции, хирургический доступ.

Итоговому анализу подверглись 19 зарубежных и 3 отечественных статьи (табл. 3).

Общий анализ данных о 537 операциях, проведенных с использованием стандартного костного инструментария, позволяет оценить средние значения объема кровопотери и продолжительности операции. При изолированном дорсальном доступе эти показатели составили 361 мл (min — 114 мл; max — 812 мл) и 3 ч 37 мин (min — 2 ч 22 мин; max — 6 ч 41 мин); при комбинированном доступе — 313 мл (min — 168 мл; max — 590 мл) и 3 ч 54 мин (min — 2 ч 20 мин; max — 5 ч 19 мин).

## Публикации и показатели исследуемых параметров

Автор, год публикации	№ в списке литературы	Число наблюдений	Доступ	Объем кровопотери, мл (М)	Длительность операции, мин (М)
Shono Y. et al., 2001	[13]	12	PO	600	260
Nakamura H. et al., 2002	[14]	5	PO	660	350
Bollini G. et al., 2006	[15]	21	C	–	300
Ruf M. et al., 2009	[16]	31	PO	309	187
Hedequist D. et al., 2009	[17]	10	PO	270	–
Xu W. et al., 2010	[18]	34	C	590	235
Jalanko T. et al., 2010	[19]	11 / 8	C / PO	270 / 210	258 / 401
Peng X. et al., 2011	[20]	10	PO	114	142
Zhang J. et al., 2011	[21]	55	PO	812	210
Yaszay B. et al., 2011	[22]	33	PO	455	255
Mladenov K. et al., 2012	[23]	13 / 12	C / PO	168 / 231	319 / 272
Виссарионов С.В. с соавт., 2013	[24]	50	C	225	140
Wang S. et al., 2013	[25]	36	PO	364	188
Crostelli M. et al., 2014	[26]	15	PO	350	200
Chang D.G. et al., 2015	[27]	18	PO	472,5	158
Рябых С.О. et al. 2015	[28]	58	PO	434	276
Feng Y. et al., 2016	[29]	16	PO	214,2	153
Zhuang Q. et al., 2016	[30]	14	PO	235	207
Guo J. et al., 2016	[31]	35	PO	306	186
Снетков А.А. с соавт., 2016	[32]	10 / 3	C / PO	260	157
Wang S. et al., 2017	[33]	18	PO	334	175
Erturer R.E. et al., 2017	[34]	9	PO	236	292

PO — posterior only (дорсальный доступ); C — combined (комбинированный задний и боковой доступ).

Учитывая то, что основными источниками кровотечения при экстирпации полупозвонок, независимо от доступа, являются задние центральные сосуды тела позвонка, эпидуральные и корешковые вены, становится понятным, что использование изолированного заднего доступа обеспечивает худший визуальный контроль кровотечения из позвонка и вен переднего эпидурального пространства. Кроме того, некоторые авторы к преимуществам комбинированного доступа в грудном и груднопоясничном отделах относят снижение риска повреждения спинно-мозговых корешков [20, 32]. Возможно, этим же можно объяснить и разнонаправленность трендов, отмеченных авторами, сравнивающими оба (комбинированный и задний) оперативных доступа: в одном случае увеличение длительности операции сопровожда-

ется сокращением кровопотери [19], в другом — сокращение времени вмешательства сопровождается увеличением кровопотери [23].

Сопоставляя результаты обзора и собственные данные, хотим отметить значительное меньшие значения, полученные при применении ультразвукового скальпеля (УС): средняя длительность операции в нашей группе составила 2 ч 50 мин против 3 ч 37 мин (обзор), а объем кровопотери — 132 мл против 361 мл, что соответствует снижению показателей на 21,6% и 63,4%, соответственно.

Несомненным ограничением статистической значимости наших результатов является малочисленность группы пациентов, у которых экстирпация проведена с использованием ультразвукового инструментария. Именно это заставляет представлять полученные результаты как предва-

рительные. Вместе с тем, считаем необходимым отметить, что пример максимально стандартизированной хирургической модели подтверждает эффективность применения ультразвукового костного скальпеля в хирургии позвоночника у детей и позволяет рекомендовать его для использования с целью снижения травматичности вмешательства.

### Выводы

Экстирпация полупозвонков у детей с применением ультразвукового костного скальпеля является эффективной и безопасной операцией, позволяющей сократить продолжительность операции и операционную кровопотерю. Ее выполнение с использованием традиционных технических средств при грудной локализации порока сопряжено с большей продолжительностью операции и кровопотерей в сравнении с поясничной. Применение ультразвукового костного скальпеля ввиду безопасности работы вблизи позвоночного канала, а также в глубине раны внутри костных элементов нивелирует эти различия.

Отсутствие четкой статистической доказательности визуально кажущихся очевидными различий по времени операции и операционной кровопотери между разными вариантами экстирпации полупозвонков, на наш взгляд, может быть обусловлено небольшой когортой пациентов. Продолжение набора материала, в том числе не только в одной клинике, но и в рамках мультицентрового исследования, позволит получить более объективные данные.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература [References]

- Goldstein I., Makhoul I.R., Weissman A. et al. Hemivertebra: prenatal diagnosis, incidence and characteristics. *Fetal Diagn Ther.* 2005;20(2):121-126. DOI: 10.1159/000082435.
- McMaster M.J., Ohtsuka K. The natural history of congenital scoliosis: a study of two hundred and fifty-one patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(8):1128-1147. DOI: 10.2106/00004623-198264080-00003.
- Winter R.B. Congenital scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 1988;19:395-408.
- Рябых С.О., Ульрих Э.В. Экстирпация полупозвонков у детей через корень дуги. *Хирургия позвоночника.* 2013;(4):30-35. DOI: 10.14531/ss2013.4.30-35. Ryabykh S.O., Ulrikh E.V. Transpedicular hemivertebra resection in children. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2013;(4):30-35. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2013.4.30-35.
- Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. ЭЛБИ, 2007. 104 с. Ulrich E.V., Mushkin A.Y. Surgical correction of congenital spinal abnormalities in children. ELBY, 2007. 104 p.
- Bollini G., Docquier P.L., Viehweger E., Launay F., Jouve J.L. Thoracolumbar hemivertebrae resection by double approach in a single procedure: long-term follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(15):1745-1757. DOI: 10.1097/01.brs.0000224176.40457.52.
- Bollini G., Docquier P.L., Viehweger E., Launay F., Jouve J.L. Lumbar hemivertebra resection. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88: 1043-1052. DOI: 10.2106/JBJS.E.00530.
- Рябых С.О., Филатов Е.Ю., Савин Д.М. Результаты экстирпации полупозвонков комбинированным, дорсальным и педикулярным доступами: систематический обзор. *Хирургия позвоночника.* 2017;14(1): 14-23. DOI:10.14531/ss2017.1.14-23. Ryabykh S.O., Filatov E.Y., Savin D.M. Results of hemivertebra excision through combined, posterior and transpedicular approaches: systematic review. *Khirurgiya pozvonochnika* [Spine Surgery]. 2017;14(1):14-23. (in Russian). DOI:10.14531/ss2017.1.14-23.
- Education in research: from the idea to the publication / org. Asdrubal Falavigna, José María Jiménez Avila. – Caxias do Sul, RS: Educus, 2015. 372 p. ISBN 978-85-7061-768-2.
- Nakase H., Matsuda R., Shin Y., Park Y.S., Sakaki T. The use of ultrasonic bone curettes in spinal surgery (Technical note). *Acta Neurochir.* 2006;148:207-213. DOI: 10.1007/s00701-005-0655-7.
- Hu X., Ohnmeiss D.D., Lieberman I.H. Use of an ultrasonic osteotome device in spine surgery: experience from the first 128 patients. *Eur Spine J.* 2013;22(12):2845-2849. DOI: 10.1007/s00586-013-2780-y.
- Bartley C.E., Bastrom T.P., Newton P.O. Blood loss reduction during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis utilizing an ultrasonic bone scalpel. *Spine Deform.* 2014;2(4):285-290. DOI: 10.1016/j.jspd.2014.03.008.
- Shono Y., Abumi K., Kaneda K. One-stage posterior hemivertebra resection and correction using segmental posterior instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001; 26(7):752-757.
- Nakamura H., Matsuda H., Konishi S., Yamano Y. Single-stage excision of hemivertebrae via the posterior approach alone for congenital spine deformity: follow-up period longer than ten years. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(1):110-115.
- Bollini G., Docquier P.L., Viehweger E., Launay F., Jouve J.L. Lumbar hemivertebra resection. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(5):1043-1052. DOI: 10.2106/JBJS.E.00530.
- Ruf M., Jensen R., Letko L. et al. Hemivertebra resection and osteotomies in congenital spine deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:1791-1799. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ab6290.
- Hedequist D., Emans J., Proctor M. Three rod technique facilitates hemivertebra wedge excision in young children through a posterior only approach. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(6):E225-229. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181997029
- Xu W., Yang S., Wu X., Claus C. Hemivertebra excision with short-segment spinal fusion through combined anterior and posterior approaches for congenital spinal deformities in children. *J Pediatr Orthop B.* 2010;19(6): 545-550. DOI: 10.1097/BPB.0b013e32833cb887.
- Jalanko T., Rintala R., Puisto V., Helenius I. Hemivertebra resection for congenital scoliosis in young children: comparison of clinical, radiographic, and health-related quality of life outcomes between the anteroposterior and posterolateral approaches. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36(1):41-49. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181ccaf4d.

20. Peng X., Chen L., Zou X. Hemivertebra resection and scoliosis correction by a unilateral posterior approach using single rod and pedicle screw instrumentation in children under 5 years of age. *J Pediatr Orthop B*. 2011;20(6):397-403. DOI: 10.1097/BPB.0b013e3283492060.
21. Zhang J., Shengru W., Qiu G., Yu B., Yipeng W., Luk K.D. The efficacy and complications of posterior hemivertebra resection. *Eur Spine J*. 2011;20(10):1692-1702. DOI: 10.1007/s00586-011-1710-0.
22. Yaszay B., O'Brien M., Shufflebarger H.L., Betz R.R., Lonner B., Shah S.A. et al. Efficacy of hemivertebra resection for congenital scoliosis: a multicenter retrospective comparison of three surgical techniques. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011. 15;36(24):2052-2060. DOI: 10.1097/BRS.0b013e328318233f4bb.
23. 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(3):506-513. DOI: 10.1007/s00586-011-2010-4.
24. 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. *Khirurgiya pozvonochnika [Spine Surgery]*. 2013;(2):32-37. (in Russian). DOI: 10.14531/ss2013.2.32-37.
25. Wang S., Zhang J., Qiu G., Li S., Yu B., Weng X. Posterior hemivertebra resection with bisegmental fusion for congenital scoliosis: more than 3 year outcomes and analysis of unanticipated surgeries. *Eur Spine J*. 2013;22(2):387-393. DOI: 10.1007/s00586-012-2577-4.
26. Crostelli M., Mazza O., Mariani M. Posterior approach lumbar and thoracolumbar hemivertebra resection in congenital scoliosis in children under 10 years of age: results with 3 years mean follow up. *Eur Spine J*. 2014;23(1):209-215. DOI: 10.1007/s00586-013-2933-z.
27. Chang D.G., Kim J.H., Ha K.Y., Lee J.S., Jang J.S., Suk S.I. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children younger than 10 years: greater than 7-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(8):E484-491. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000809.
28. Рябых С.О., Губин А.В., Савин Д.М., Филатов Е.Ю. Результаты резекции полупозвонков грудного и поясничного отделов дорсальным педикулярным доступом у детей. *Гений ортопедии*. 2015;4:42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47. Ryabykh S.O., Gubin A.V., Savin D.M., Filatov E.Y. Results of hemivertebra resection in thoracic and lumbar spine through transpedicular approach in children. *Genii ortopedii [Orthopaedic Genius]*. 2015.4:42-47. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-4-42-47.
29. Feng Y., Hai Y., Zhao S., Zang L. Hemivertebra resection with posterior unilateral intervertebral fusion and transpedicular fixation for congenital scoliosis: results with at least 3 years of follow-up. *Eur Spine J*. 2016. 25(10):3274-3281. DOI: 10.1007/s00586-016-4556-7.
30. Zhuang Q., Zhang J., Li S., Wang S., Guo J., Qiu G. One-stage posterior-only lumbosacral hemivertebra resection with short segmental fusion: a more than 2-year follow-up. *Eur Spine J*. 2016.25(5):1567-1574. DOI: 10.1007/s00586-015-3995-x.
31. Guo J., Zhang J., Wang S., Zhang Y., Yang Y., Yang X., Zhao L. Surgical outcomes and complications of posterior hemivertebra resection in children younger than 5 years old. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):48. DOI: 10.1186/s13018-016-0381-2.
32. Снетков А.А., Колесов С.В., Сажнев М.Л., Шаболдин А.Н. Хирургическое лечение тяжелых форм врожденных сколиозов. *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. 2016.(2):18-24. Snetkov A.A., Kolesov S.V., Sazhnev M.L., Shaboldin A.N. Surgical treatment of severe congenital scoliosis. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 2016;(2):18-24.
33. Wang S., Zhang J., Qiu G., Li S., Zhang Y., Yang Y., Weng X. Posterior-only hemivertebra resection with anterior structural reconstruction with titanium mesh cage and short segmental fusion for the treatment of congenital scolioskyphosis: the indications and preliminary results. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017;42(22):1687-1692. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002197.
34. Erturer R.E., Kilinc B.E., Gokcen B., Erdogan S., Kara K, Ozturk C. The results of hemivertebra resection by the posterior approach in children with a mean follow-up of five years. *Adv Orthop*. 2017;2017:4213413. DOI: 10.1155/2017/4213413.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Мушкин Александр Юрьевич* — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель клиники детской хирургии и ортопедии, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*Наумов Денис Георгиевич* — ординатор, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

*Уменушкина Екатерина Юрьевна* — врач анестезиолог-реаниматолог, ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Alexander Yu. Mushkin* — Dr. Sci. (Med.), professor, Chief researcher, Head of Clinic of Pediatric Surgery and Orthopaedics, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; professor of Pediatric Traumatology and Orthopaedics, Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, Russian Federation

*Denis G. Naumov* — resident physician, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint-Petersburg, Russian Federation

*Ekaterina Yu. Umenushkina* — anesthesiologist, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint-Petersburg, Russian Federation