



РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИТАНОВЫХ МЕШЕЙ У ДЕТЕЙ

А.Ю. Мушкин¹, Д.Г. Наумов², В.А. Евсеев¹

¹Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии

²Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

Цель исследования. Анализ результатов использования титановых блок-решеток (мешей) для переднего спондилодеза при реконструкциях позвоночника у детей.

Материал и методы. Дизайн: ретроспективная когорта за 2011–2014 гг. У 108 детей в возрасте от 8 мес. до 17 лет при реконструкциях позвоночника использовали титановые меши, заполненные аутокостью. Операции выполняли при активном туберкулезном спондилите (n = 41), хроническом неспецифическом спондилите и его последствиях (n = 42), опухолях (n = 11) и врожденных пороках (n = 6) позвоночника. При реконструкции более чем одного позвоночно-двигательного сегмента или при деформации позвоночника дополнительно выполняли заднюю инструментальную фиксацию. Изучены клинические и лучевые результаты в сроки 6, 12, 18 мес. и более после операции с анализом риска рецидива инфекционного процесса, изменения вершинного угла Cobb и динамики формирования блока в зоне переднего спондилодеза.

Результаты. В сроки до 6 мес. после операции ни у одного пациента не выявлено инфекционных осложнений или обострений процесса. В сроки от 6 до 12 мес. у двух пациентов (при туберкулезном спондилите и гигантоклеточной опухоли) отмечено прогрессирование деструкции с дестабилизацией меша. Ни в одном случае сохранения стабильности меша не отмечено нарастания деформации позвоночника. Полноценный костный блок к 12 мес. после операции сформировался у 97 % пациентов.

Заключение. Использование мешей при реконструктивных операциях на позвоночнике у детей не приводит к увеличению послеоперационных осложнений даже в условиях инфекционных спондилитов, что обусловлено биологической инертностью не подвергающегося резорбции материала.

Ключевые слова: титановые блок-решетки, позвоночник, спондилодез, туберкулез, спондилит, опухоли, врожденные аномалии, дети.

Для цитирования: Мушкин А.Ю., Наумов Д.Г., Евсеев В.А. Реконструкция позвоночника с применением титановых мешей у детей // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 2. С. 68–76.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.68-76>.

SPINAL RECONSTRUCTION
WITH TITANIUM MESHES
IN PEDIATRIC PATIENTS

A.Y. Mushkin, D.G. Naumov, V.A. Evseev

Objective. To analyze the results of using titanium meshes for anterior fusion in spinal reconstruction in pediatric patients.

Material and Methods. Design: A retrospective cohort study from 2011 to 2014. Spinal reconstruction in 108 patients aged 8 months to 17 years was performed with titanium meshes filled with bone autografts. The indications for surgery were Pott's disease (n = 41), non-specific chronic spondylitis and its sequences (n = 42), spinal tumors (n = 11) and congenital spinal deformities (n = 6). Additional posterior instrumentation was carried out in case of multilevel spinal reconstruction or for spinal deformity. Clinical and radiological FU results were evaluated at the 6, 12, 18 months after surgery with the analysis of infection reactivation risk, changes in the apical Cobb angle and dynamics of block formation in anterior fusion zone.

Results. No cases of infection reactivation or process aggravation were detected during 6 months after surgery. Two patients (with TB spondylitis and giant cell tumor) had deterioration of vertebral destruction with mesh instability in the period from 6 to 12 months after surgery. No one case of mesh stability preservation was associated with deformity progression. Solid bone block was formed in 97 % of operated patients at 12 months after surgery.

Conclusion. Using of meshes in reconstructive surgery on the spine in children does not increase the rate of postoperative complications even in infectious spondylitis, due to biological inertia of the non-resorbable material.

Key Words: titanium meshes, spine, spinal fusion, spinal tuberculosis, spondylitis, congenital spinal deformity, spinal tumors, children.

Please cite this paper as: Mushkin AY, Naumov DG, Evseev VA. Spinal reconstruction with titanium meshes in pediatric patients. Hir. Pozvonoc. 2016;13(2):68–76. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.68-76>.

Основным материалом для замещения резекционного межтелового дефекта в позвоночнике ранее считались костные ауто- и аллотрансплантаты – ребра, гребень подвздошной кости, кортикальные блоки [3, 5, 6]. Однако такие реконструкции сопровождалась достаточно высоким риском переломов, резорбции, отсутствием сращения трансплантата, нагноением в зоне пластики, то есть ситуациями, связанными с биологической реактивностью костной ткани [7, 12]. Титановые блок-решетки (сетки, меши), предложенные Harms в 1986 г. и представляющие собой полую трубку округлого или овального сечения с сетчатой стенкой с различной величиной клетки, в последнее десятилетие стали широко применяться при реконструкциях позвоночника [10, 19], позволив уменьшить риски указанных осложнений благодаря биологической инертности, относительной легкости моделирования и обеспечения стабильности передней колонны позвоночника непосредственно в момент имплантации. Свойства имплантата приобретают особое значение в условиях исходного инфекционного процесса, диктующего необходимость выполнения как радикального (удаление патологических тканей), так и реконструктивно-стабилизирующего этапов вмешательства [16, 20, 23]. Использование мешей, дополнительно заполненных остеоиндуктивными материалами – аутокостью или биокомпозитами (би- и трикальцийфосфатные комплексы), существенно расширило возможности реконструктивной хирургии позвоночника и снизило риски неудовлетворительных отдаленных результатов таких операций [4, 13, 18, 21, 24]. Однако, несмотря на достаточное число публикаций, отражающих особенности использования титановых блок-решеток у взрослых, данные об их применении в реконструктивной хирургии позвоночника у детей и подростков отсутствуют.

В настоящей публикации представлен первый как отечественный, так и мировой опыт 4-летнего при-

менения титановых мешей в реконструктивной хирургии позвоночника у пациентов этой возрастной группы.

Цель исследования – оценка результатов использования титановых блок-решеток для формирования переднего межтелового спондилодеза при реконструкциях позвоночника у детей с различными по этиологии заболеваниями.

Дизайн исследования: ретроспективная когорта, сформированная в соответствии с критериями включения (задача сравнения с другими методами переднего спондилодеза в данном исследовании не ставилась).

Материал и методы

В 2011–2014 гг. в детской хирургической клинике СПбНИИФ выполнены 319 операций на позвоночнике. Отбор пациентов в исследование осуществлялся по следующим критериям:

- возраст детей на момент операции менее 18 лет;
- выполнение реконструкции передней колонны позвоночника;
- использование для переднего спондилодеза титанового меша;
- катамнез, прослеженный в период не менее 18 мес.;
- наличие полноценного лучевого (рентгенологического или КТ) архива.

В соответствии с указанными критериями в исследование включены 108 пациентов, однако 8 из них в ходе работы исключены в связи с отсутствием полноценного лучевого архива. Таким образом, в окончательный анализ вошли данные о 100 больных. Средний возраст детей на момент операции составил $13,6 \pm 6,7$ года (min – 8 мес., max – 17 лет). Во всех случаях при переднем спондилодезе титановую блок-решетку заполняли фрагментами аутокости.

Показания к операции: инфекционная или опухолевая деструкция позвонков, прогрессирование деформации позвоночника (кифотической или сколиотической), неврологические расстройства, а для больных инфекционными спондилитами (туберкулезным и неспецифическим)

– отсутствие эффекта от антибактериальной терапии, проводившейся на протяжении не менее 2 мес. перед операцией. Давность заболевания у всех больных с деструктивными поражениями позвоночника к моменту операции по данным анамнеза составила не менее 4 мес.

Возрастное ранжирование пациентов проведено в соответствии с принятой периодизацией [2] и выделением раннего детского (до 4 лет), дошкольного (4–6 лет), младшего школьного (7–11 лет) и старшего школьного (12–17 лет) возраста, что в графическом виде представлено на рис. 1. Общая схема исследования приведена на рис. 2.

В тех случаях, когда реконструкцию позвоночника проводили более чем на одном позвоночно-двигательном сегменте (3 и более позвонков) либо заболевание сопровождалось деформацией позвоночника, операцию выполняли одновременно с задней инструментальной фиксацией (ЗИФ, $n = 59$) с использованием транспедикулярных, ламинарных или гибридных конструкций, адаптированных для конкретной возрастной и весовой группы (диаметр стержней от 3,5 до 5,5 мм).

Результаты изучены у всех оперированных детей непосредственно после операций и на сроках 6, 12 и 18 мес., далее – 1 раз в год с использованием рентгенографии или, при возможности, КТ. При оценке условно отдаленных результатов (для активно растущих детей срок 18 мес. после операции не является истинно отдаленным) исследование проведено в соответствии с графиком регрессии числа обследованных (рис. 3).

С учетом этиологической верификации диагноза пациентов разделили на 4 группы:

- группа 1 ($n_1 = 42$) – туберкулезный спондилит, в том числе 33 пациента с активным процессом и 9 с его последствиями; после операции всем больным проводили комплексную противотуберкулезную химиотерапию в соответствии с регламентиро-

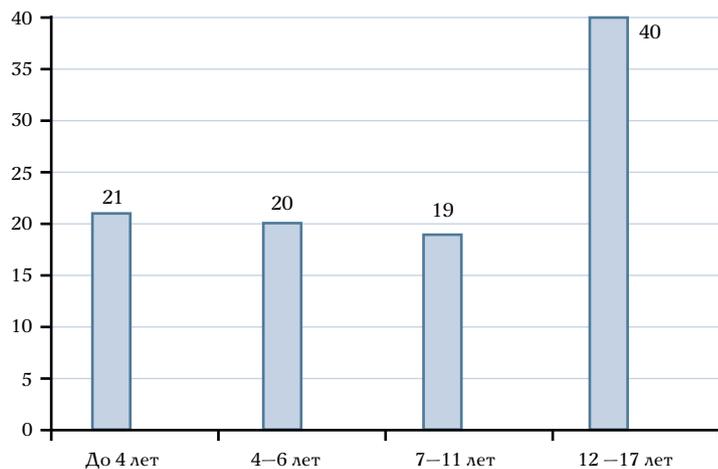


Рис. 1

Возрастная структура включенных в исследование детей

ванными режимами длительностью не менее 12 мес.;

– группа 2 ($n_2 = 41$) – хронический неспецифический спондилит и его последствия, в том числе 16 больных моноsegmentарным спондилитом; после операции в соответствии с выделенной микрофлорой проводили не менее двух курсов антибактериальной терапии;

– группа 3 ($n_3 = 11$) – первичные опухоли позвоночника; больные со злокачественными поражениями ($n = 4$) после операции продолжали лечение в онкологических учреждениях федерального и регионального уровня;

– группа 4 ($n_4 = 6$) – врожденные пороки развития позвоночника.

Во всех случаях деструктивных процессов в позвоночнике этиологическую верификацию проводили ком-

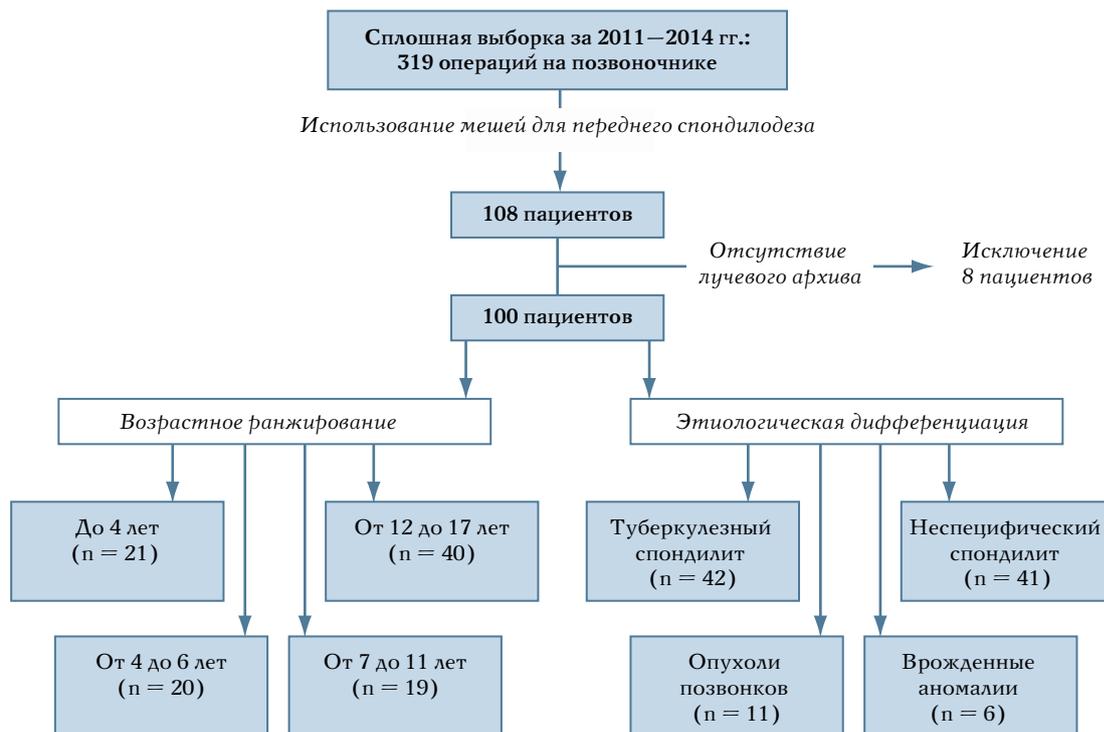


Рис. 2

Общая схема исследования с возрастным ранжированием и этиологической дифференциацией диагноза

плексом морфологических, бактериологических и молекулярно-генетических исследований операционного материала. При аномалиях позвонков диагноз устанавливали по лучевым данным, включавшим рентгеноспондилографию в двух проекциях, КТ и МРТ.

С учетом уровня реконструкции позвоночника распределение больных оказалось следующим:

С : Th : ThL : L : LS = 9 : 31 : 12 : 43 : 5.

В рамках исследования изучены следующие показатели:

- 1) частота обострения инфекционных спондилитов;
- 2) стабильность операционной коррекции деформации путем определения послеоперационной динамики угла Cobb (в град.);

- 3) динамика формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза по данным 5-балльной количественной шкалы [1] с отдельным анализом показателей для верхнего и нижнего сегментов зоны спондилодеза (данный показатель изучали при реконструкции позвоночника на протяжении двух и более позвоночно-двигательных сегментов);

- 4) операционная кровопотеря;
- 5) динамика неврологических расстройств до и после операции по шкале Frankel [11];

- 6) попарные корреляции: а) возраст/число пораженных позвоночно-двигательных сегментов; б) возраст/величина деформации; в) протяженность реконструкции/операционная кровопотеря; г) протяжен-

ность костного блока/выраженность спондилодеза ≥ 4 баллов; д) наличие ЗИФ/выраженность спондилодеза ≥ 4 баллов.

Статистическую обработку проводили в программе «Statistical Package for the Social Sciences» (SPSS), версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). При анализе использовали проверку выборки на нормальность распределения по критерию согласия Пирсона (хи-квадрат), оценку различий величин средних, распределенных по нормальному закону, с использованием t-критерия Стьюдента = 1,984 (доверительная вероятность $p = 0,05$ при числе степеней свободы 98); парный корреляционный анализ с ранжированием значений коэффициента Пирсона ($p \leq 0,5$ – слабая связь; $0,5 < p \leq 0,7$ – связь средней силы, $p > 0,7$ – сильная связь) и оценкой двусторонней значимости корреляции $< 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов проведен в соответствии с анализировавшимися критериями.

1. Риск инфекционных осложнений операции, а также обострения/рецидива деструктивного процесса. В ближайшем (до 6 мес.) периоде после операции не выявлено ни одного случая инфекционных осложнений или обострения инфекционного процесса. В сроки от 6 до 12 мес. после операции лишь в двух случаях (при туберкулезном спондилите и гигантоклеточной опухоли) отмечена дестабилизация меша в результате прогрессирования заболевания. При других заболеваниях ни в одном наблюдении потери стабильности имплантата не выявлено.

2. Показатели величины коррекции углового кифоза по Cobb (табл. 1). Величина потери операционной коррекции, оцененная по динамике послеоперационного изменения сагиттального угла Cobb, к 18 мес. после операции не превысила 5° ($\min = 1,2^\circ$, $\max = 5^\circ$, $m \pm m = 3,2 \pm 0,9^\circ$), что соответствует ошибке измерения угловых показателей.

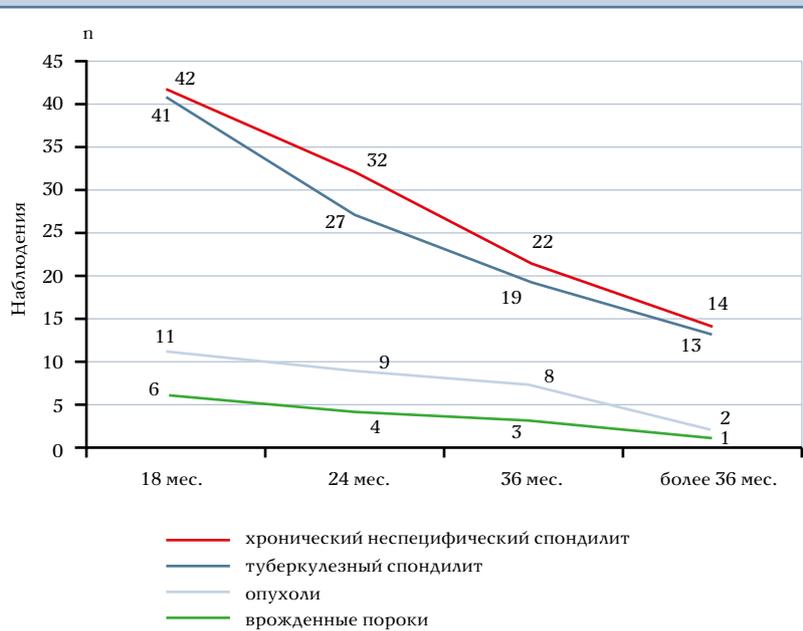


Рис. 3

Динамика числа пациентов, чьи данные изучены в сроки более 18 мес.

Таблица 1

Кифотическая деформация до и после операции, град.

Величина кифотической деформации	Min	Max	M ± m
До операции	15,00	92,00	58,66 ± 33,16
После операции	2,00	47,00	29,00 ± 17,71

Таблица 2

Динамика формирования костного блока в верхнем и нижнем сегментах спондилодеза

Оцениваемый отдел	Сроки наблюдения, мес	Баллы				
		1	2	3	4	5
Краниальный сегмент	6	0	0	95	3	0
	12	0	0	0	69	28
Каудальный сегмент	6	0	11	86	1	0
	12	2	1	12	59	23

Суммарное число оцененных сегментов меньше общего числа наблюдений, что обусловлено оценкой формирования костного блока только по данным КТ, имевшихся не у всех больных.

3. Интенсивность формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза. К 6 мес. после операции блокирование позвонков оценено в 3 из 5 баллов оценочной шкалы в 95 % наблюдений. К 12 мес. после операции признаки формирования истинного костного блока в зоне переднего спондилодеза, оцениваемые как 4 и 5 баллов, определены в 97 % случаев. Выраженность блока к 6 и 12 мес. после операции представлена в табл. 2.

Таблица 3

Особенности неврологического статуса у пациентов с неврологическими нарушениями

Пациенты	Пол	Возраст, лет	Уровень патологии	Оценка по Frankel		Диагноз
				до операции	после операции	
1-й	м	5	Th ₈	A	B	B-лимфома
2-й	м	5	L ₁	C	D	Нейробластома
3-й	м	12	Th ₉ –Th ₁₀	D	E	Экстраренальная рабдоидная опухоль
4-й	ж	9	Th ₄	D	E	Лангерганс-клеточный гистиоцитоз
5-й	ж	17	Th ₆ –L ₄	D	E	ТВ-спондилит, осложненный абсцессами
6-й	м	12	Th ₂ –Th ₃	D	E	Врожденный кифоз 1-го типа
7-й	м	13	L ₂ –L ₄	D	E	Гигантоклеточная опухоль
8-й	м	4 г. 6 мес.	Th ₉ –Th ₁₂	B	C	Последствия ТВ-спондилита
9-й	м	6	L ₁ –L ₅	C	D	Аномалия развития LS отдела позвоночника, стеноз позвоночного канала
10-й	ж	11	Th ₈ –Th ₁₀	D	E	Хронический неспецифический спондилит
11-й	м	1 г. 3 мес.	Th ₃ –Th ₄	B	E	Туберкулезный спондилит
12-й	ж	12	Th ₆ –Th ₉	D	E	Последствия ТВ-спондилита
13-й	ж	4	Th ₁ –Th ₂	B	C – B	Sa Ewing

Таблица 4

Попарный корреляционный анализ

Пара сравнения	Коэффициент Пирсона	Двухсторонняя значимость	Оценка
Возраст/число пораженных позвоночно-двигательных сегментов	0,145	0,592	Незначимая корреляционная связь слабой силы
Возраст/величина деформации	0,093	0,731	Незначимая корреляционная связь слабой силы
Протяженность реконструкции/операционная кровопотеря	0,635	0,001	Значимая корреляционная связь средней силы: чем протяженнее реконструкция, тем больше операционная кровопотеря
Протяженность блока/выраженность спондилодеза ≥4 баллов	0,606	0,002	Значимая корреляционная связь средней силы
Задняя инструментальная фиксация/выраженность спондилодеза ≥4 баллов на сроке от 6 до 12 мес.	0,518	0,040	Значимая корреляционная связь средней силы

4. Операционная кровопотеря в среднем составила $207,9 \pm 139,1$ мл (min – 50,0, max – 500,0).

5. Неврологические нарушения перед хирургическим лечением выявлены у 13 детей (табл. 3).

Ни в одном случае в результате операции не отмечено ухудшения двигательных расстройств, при этом в 8 случаях их регресс оказался полным, в том числе у 7 пациентов, исходно имевших умеренные признаки миелопатии (тип D по Frankel), и у одного – с полной плегией. Нарастание неврологических расстройств в отдаленном периоде после операции отмечено в одном наблюдении (13-й пациент, табл. 3) и связано с прогрессированием злокачественного процесса, приведшего к летальному исходу.

6. Корреляционный анализ. При попарном корреляционном анализе установлены связи, представленные в табл. 4.

Клинические примеры использования титановых мешей при реконструкции позвоночника у детей представлены на рис. 4–6.

Динамично развивающаяся хирургическая вертебрология проходит период широкого внедрения небиологических опорных имплантатов для передней реконструкции позво-

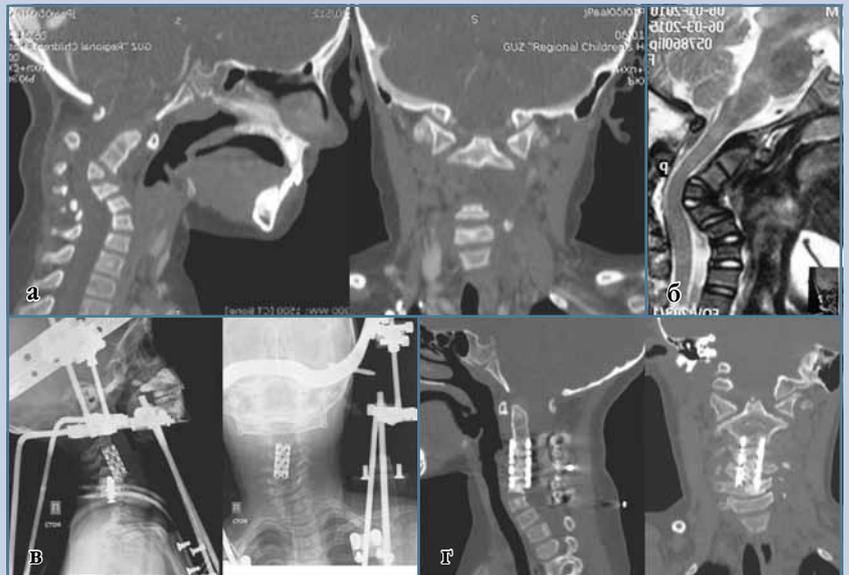


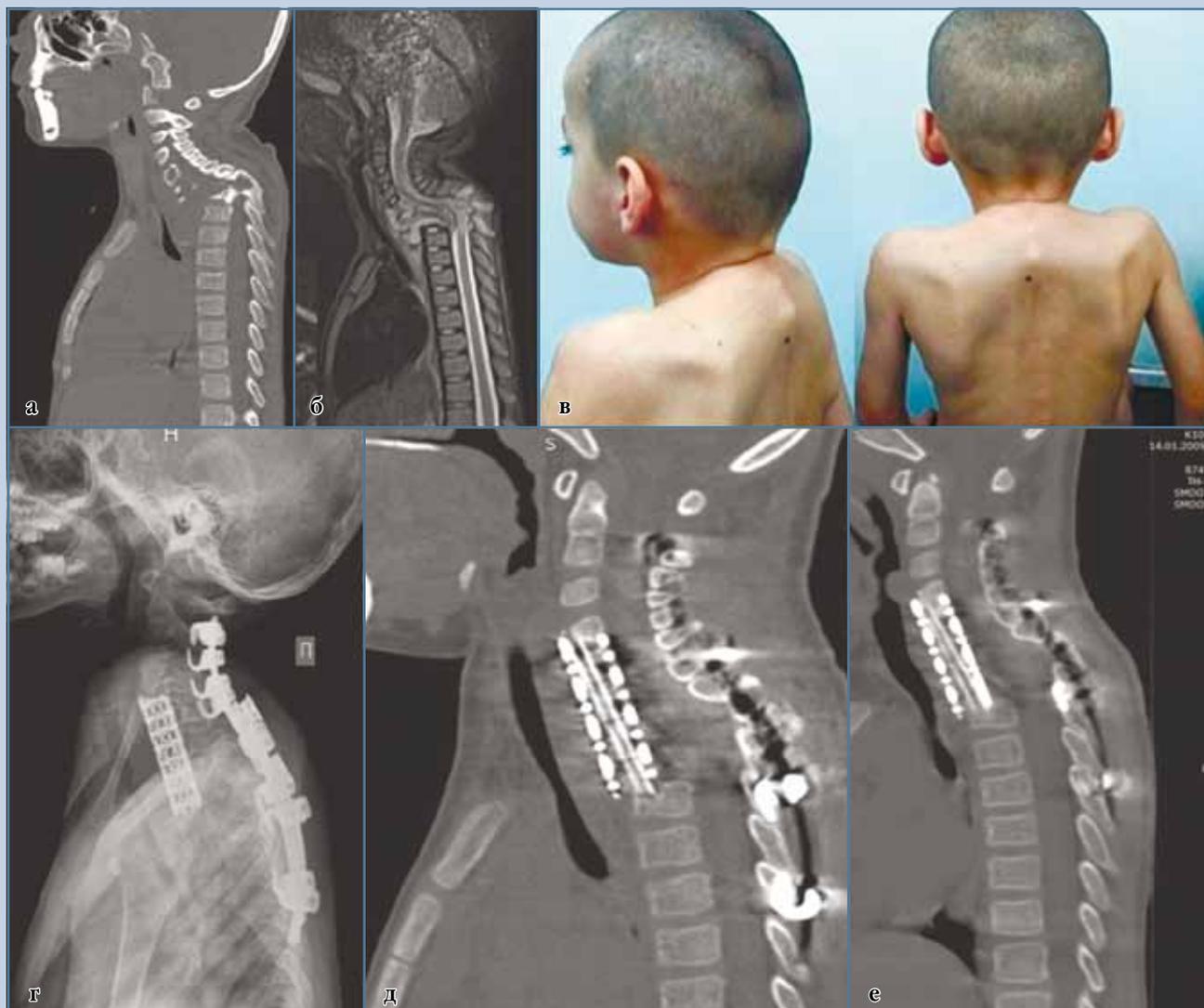
Рис. 4

Пациентка М., 5 лет, с нейрофиброматозом I типа, тип E по Frankel: КТ (а) и МРТ (б) перед хирургическим вмешательством, кифотическая деформация C_2-C_4 66° , деформация и перегиб спинного мозга на C_3 ; по мнению мамы, деформация шейного отдела сформировалась в течение 4 мес.; рентгенограммы шейного отдела позвоночника (в) после передней реконструкции C_2-C_5 , проведенной в условиях halo-cast-фиксации; КТ шейного отдела позвоночника (г) через 6 мес. после задней инструментальной фиксации C_2-C_7 многоопорной системой на 8 опорных крючках, выполненной через 10 дней после передней реконструкции; полное сохранение коррекции кифоза; формирование блока внутри меша оценено в 4 балла (отсутствие зон резорбции с реактивным контактным склерозом)



Рис. 5

Пациентка Г., 8 мес., с хроническим остеомиелитом Th_8-Th_{10} после сепсиса новорожденных: сагиттальный срез КТ (а) и 3D-КТ (б): кифоз 58° , костные секвестры в эпидуральном пространстве и превертбрально; коронарный (в) и сагиттальный (г) срезы КТ через 12 мес. после реконструкции Th_7-Th_{11} с использованием титанового меша с аутокостью, задняя инструментальная фиксация Th_5-L_1 многоопорной системой на 8 опорных элементах кифоз 18° ; блок в верхнем сегменте оценен в 4 балла, в нижнем – 5 баллов

**Рис. 6**

Пациент X, 5 лет, с первичным генерализованным туберкулезом с поражением легких, позвоночника, костей стопы: КТ (а), МРТ (б) и внешний вид (в) ребенка перед операцией на позвоночнике; вертебральный компонент представлен спондилитом C_5 – Th_3 , осложненным штыкообразной деформацией, перивертебральными абсцессами; тип E по Frankel; реконструкция позвоночника C_4 – Th_3 проведена в три этапа (halo-cast-фиксация с вытяжением, задняя инструментальная фиксация C_2 – Th_7 с резекцией разрушенных дуг позвонков, комбинированный передний спондилодез титановым мешем с аутокостью); боковая рентгенограмма (г) после реконструкции (полная коррекция деформации), сагиттальный срез КТ (д) через 6 мес: блок в верхнем сегменте оценен в 4 балла, в нижнем – 3 балла (тонкая полоса между аутокостью и ложем в теле позвонка); сагиттальный срез КТ (е) через 9 мес: на фоне сохраненной коррекции блок в верхнем и нижнем сегменте соответствует 5 баллам

ночника, в том числе при инфекционных поражениях, что обусловлено высокой (от 6,5 до 40 %) частотой отдаленных осложнений костного переднего спондилодеза, ведущих к потере коррекции деформации [2, 14, 23]. Современные техноло-

гии задней инструментальной фиксации позволяют улучшить качество лечения пациентов, сократить срок их пребывания в стационаре, предотвратить развитие осложнений [3, 22]. Титановые меши Harms представляют собой универсальный межтеловой

имплантат, достаточно давно и успешно используемый при различных по этиологии заболеваниях позвоночника у взрослых, в том числе при воспалительных процессах [3, 8, 13, 15, 16, 21, 24]. Первый опыт их успешного применения в лечении 23 больных

спондилитом представили Eysel et al. [9] еще в 1997 г., не выявившие в отдаленном периоде после операций никаких осложнений при потере угла сагиттальной коррекции не более 2,7° по Cobb. Однако при анализе крупнейших баз данных медицинской литературы (Scopus, PubMed, ClinicalKey, eLIBRARY) нам не удалось найти ни одной статьи, отражающей опыт применения титановых мешей у детей, что позволяет представить собственный материал.

Заключение

Проведенное исследование иллюстрирует не только возможность и эффективность применения титановых блок-решеток для переднего спондилодеза в комплексном хирургиче-

ском лечении различных по этиологии поражений позвоночника у детей и подростков. Оно позволяет сфокусировать внимание на определенных особенностях, на которые мы бы хотели обратить внимание практических врачей:

1) использование мешей при реконструктивных операциях на позвоночнике у детей не приводит к увеличению послеоперационных осложнений даже в условиях инфекционных (специфических и неспецифических) спондилитов, что обусловлено биологической инертностью не подвергающегося резорбции материала;

2) надежная опорность и стабильность межтелового меша, сохраняющиеся как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периоде, создают благоприятные условия

для прочного сращения костных трансплантатов с реципиентным ложем уже на первом году после операции; это позволяет раньше, чем при традиционной костной пластике, ставить вопрос об удалении задних металлоконструкций, что может снизить риск вторичной дегенерации дисков внутри зоны протяженной задней фиксации [17];

3) остается нерешенным принципиальный вопрос: как растет новый позвонок в период ростового спурта? Ответ на него может быть получен только при анализе действительно отдаленных результатов. Имеющийся в нашем распоряжении максимальный период наблюдения пока ограничивается четырьмя годами, чего недостаточно для однозначных выводов.

Литература/References

1. **Баулин И.А., Гаврилов П.В., Советова Н.А., Мушкин А.Ю.** Лучевой анализ формирования костного блока при использовании различных материалов для переднего спондилодеза у пациентов с инфекционным спондилитом // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 1. С. 83–89. [Baulin IA, Gavrilov PV, Sovetova NA, Mushkin AYU. Radiological analysis of the bone block formation in using different materials for anterior fusion in patients with infectious spondylitis. Hir. Pozvonoc. 2015;12(1):83–89. In Russian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.183-89>.
2. **Воронцов И.М., Мазурин А.В.** Пропедевтика детских болезней. СПб., 2009. [Vorontsov IM, Mazurin AV. Propaedeutics of Childhood Diseases. St. Petersburg, 2009. In Russian].
3. Хирургическое лечение костно-суставного туберкулеза / Под ред. Ю.Н. Левашева, А.Ю. Мушкина. СПб., 2008. [Levashev YuN, Mushkin AYU, eds. Surgical Treatment of Bone and Joint Tuberculosis. St. Petersburg, 2008. In Russian].
4. **Aryan HE, Lu DC, Acosta FL Jr, Ames CP.** Corpectomy followed by the placement of instrumentation with titanium cages and recombinant human bone morphogenetic protein-2 for vertebral osteomyelitis. J Neurosurg Spine. 2007;6:23–30.
5. **Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, Baldus C, Blanke K.** Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects? Spine. 1995;20:1410–1418. DOI: [10.1097/00007632-199520120-00014](https://doi.org/10.1097/00007632-199520120-00014).
6. **Buttermann GR, Glazer PA, Bradford DS.** The use of bone allografts in the spine. Clin Orthop Relat Res. 1996;324:75–85.
7. **Cahill PJ, Warnick DE, Lee MJ, Gaughan J, Vogel LE, Hammerberg KW, Sturm PF.** Infection after spinal fusion for pediatric spinal deformity: thirty years of experience at a single institution. Spine. 2010;35:1211–1217. DOI: [10.1097/BRS.0b013e3181c212d1](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181c212d1).
8. **Dvorak MF, Kwon BK, Fisher CG, Eiserloh HL, Boyd M, Wing PC.** Effectiveness of titanium mesh cylindrical cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection. Spine. 2003;28:902–908. DOI: [10.1097/01.BRS.0000058712.88053.13](https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000058712.88053.13).
9. **Eysel P, Hopf C, Vogel I, Rompe JD.** Primary stable anterior instrumentation or dorsoventral spondylodesis in spondylodiscitis? Results of a comparative study. Eur Spine J. 1997;6:152–157. DOI: [10.1007/BF01301428](https://doi.org/10.1007/BF01301428).
10. **Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, Vernon JD, Walsh JJ.** The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. Paraplegia. 1969;7:179–192. DOI: [10.1038/sc.1969.30](https://doi.org/10.1038/sc.1969.30).
11. **Grob D, Daehn S, Mannion AF.** Titanium mesh cages (TMC) in spine surgery. Eur Spine J. 2005;14:211–221. DOI: [10.1007/s00586-004-0748-7](https://doi.org/10.1007/s00586-004-0748-7).
12. **Ha KY, Shin JH, Kim KW, Na KH.** The fate of anterior autogenous bone graft after anterior radical surgery with or without posterior instrumentation in the treatment of pyogenic lumbar spondylodiscitis. Spine. 2007;32:1856–1864. DOI: [10.1097/BRS.0b013e318108b804](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318108b804).
13. **Heo W, Kang DH, Park KB, Hwang SH, Park IS, Han JW.** Is titanium mesh cage safe in surgical management of pyogenic spondylitis? J Korean Neurosurg Soc. 2011;50:357–362. DOI: [10.3340/jkns.2011.50.4.357](https://doi.org/10.3340/jkns.2011.50.4.357).
14. **Hodgson AR, Stock FE.** Anterior spine fusion for the treatment of tuberculosis of the spine. J Bone Joint Surg Am. 1960;42:295–310.
15. **Korovessis P, Repantis T, Iliopoulos P, Hadjipavlou A.** Beneficial influence of titanium mesh cage on infection healing and spinal reconstruction in hematogenous septic spondylitis: a retrospective analysis of surgical outcome of twenty-five consecutive cases and review of literature. Spine. 2008;33:759–767. DOI: [10.1097/BRS.0b013e318187875e](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318187875e).
16. **Lerner T, Schulte T, Bullmann V, Schneider M, Hackenberg L, Liljenqvist U.** Anterior column reconstruction using titanium ring cages in severe vertebral osteomyelitis. Eur J Trauma. 2006;32:227–237. DOI: [10.1007/s00068-006-6060-y](https://doi.org/10.1007/s00068-006-6060-y).
17. **Pershin AA, Mushkin AY.** Intervertebral disk degeneration in the growing spine in patients with tuberculosis kyphosis exceeded 50 treated by reconstruction with a long-length posterior instrumentation. Global Spine J. 2012;02(Suppl 1):72. DOI: [10.1055/s-0032-1319948](https://doi.org/10.1055/s-0032-1319948).

18. **Rickert M, Rauschmann M, Fleege C, Behrbalk E, Harms J.** [Interbody fusion procedures. Development from a historical perspective]. *Orthopade*. 2015;44:104–113. In German. DOI: 10.1007/s00132-015-3076-1.
19. **Robinson Y, Tschoeke SK, Finke T, Kayser R, Ertel W, Heyde CE.** Successful treatment of spondylodiscitis using titanium cages: a 3-year follow-up of 22 consecutive patients. *Acta Orthop*. 2008;79:660–664. DOI: 10.1080/17453670810016687.
20. **Robinson Y, Tschoeke SK, Kayser R, Boehm H, Heyde CE.** Reconstruction of large defects in vertebral osteomyelitis with expandable titanium cages. *Int Orthop*. 2009;33:745–749. DOI: 10.1007/s00264-008-0567-2.
21. **Sundararaj GD, Amritanand R, Venkatesh K, Arockiaraj J.** The use of titanium mesh cages in the reconstruction of anterior column defects in active spinal infections: can we rest the crest? *Asian Spine J*. 2011;5:155–161. DOI: 10.4184/asj.2011.5.3.155.
22. **Sundararaj GD, Behera S, Ravi V, Venkatesh K, Cherian VM, Lee V.** Role of posterior stabilisation in the management of tuberculosis of the dorsal and lumbar spine. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85:100–106. DOI: 10.1302/0301-620X.85B1.13300.
23. **Sung SH, Chang UK.** Clinical significance of radiological stability in reconstructed thoracic and lumbar spine following vertebral body resection. *J Korean Neurosurg Soc*. 2014;56:323–329. DOI: 10.3340/jkns.2014.56.4.323.
24. **Wang B, Lv G, Liu W, Cheng I.** Anterior radical debridement and reconstruction using titanium mesh cage for the surgical treatment of thoracic and thoracolumbar spinal tuberculosis: minimum five-year follow-up. *Turk Neurosurg*. 2011;21:575–581. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.4639-11.1.

Адрес для переписки:

Мушкин Александр Юрьевич
194064, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 32, СПбНИИФ,
aumushkin@mail.ru

Address correspondence to:

Mushkin Aleksandr Yuryevich
Politekhnikeskaya str., 32, St. Petersburg, 194064, Russia,
aumushkin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.12.2015

Александр Юрьевич Мушкин, д-р мед. наук, проф., глав. науч. сотрудник, руководитель клиники детской хирургии и ортопедии, координатор направления «Внелегочный туберкулез»; Валерий Александрович Евсеев, заведующий отделением; Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии; Денис Георгиевич Наумов, студент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.

Aleksandr Yuryevich Mushkin, DMSc, Prof., Chief researcher, Head of Clinic of Pediatric Surgery and Orthopedics, «Extrapulmonary Tuberculosis» Prospect Research Coordinator; Valery Aleksandrovich Evseev, chief of Pediatric Surgery Department, St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology; Denis Georgievich Naumov, student, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Russia.