Современные возможности хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей

Д.Г. Наумов¹, А.Ю. Мушкин², А.А. Першин³

¹ГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет" МЗ РФ, г. Санкт-Петербург, Россия
²Клиника детской хирургии и ортопедии ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» МЗ РФ, г. Санкт-Петербург, Россия
³ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия

Current possibilities of surgical treatment for infectious spondylitis in children

D.G. Naumov¹, A.Iu. Mushkin², A.A. Pershin³

¹Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia
²Clinic of Pediatric Surgery and Orthopaedics, Saint Petersburg Scientific Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia
³Albrecht Saint Petersburg Scientific and Practical Center of Medical and Social Expertise, Prosthetics and Rehabilitation of the Disabled, Saint Petersburg, Russia

Цель. Анализ ближайших и отдаленных результатов хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей. **Материалы и методы.** Ретроспективная когорта. Критерий включения: 1) возраст пациентов до 18 лет; 2) использование титанового меша для переднего спондилодеза; 3) сроки капазма 24 месяца. Средний возраст пациентов $15,3 \pm 2,8$ года. С учетом верификации диагноза пациенты разделены на 2 группы: 1) активный туберкулезный спондилит ($n_1 = 42$); 2) хронический неспецифический спондилит и его последствия ($n_2 = 41$). **Результаты.** До 6 мес. после операции осложнений или обострения процесса не отмечено. От 6 до 12 мес. – один случай дестабилизации меша при прогрессировании туберкулезного спондилита. Величина коррекции кифоза $26,5 \pm 10,1^\circ$. Послеоперационное нарастание деформации к 18 мес. после операции не превысило 5° . Костный блок: 6 мес. после операции оценен в 3 балла в 95 %; 12 мес. после операции – в 4 и 5 баллов в 97 % наблюдений. Неврологические нарушения по Frankel до операции выявлены у 5 пациентов (3 – тип D, 2 – тип B), после операции регрессировали полностью в 4 случаях (тип E), в одном – до типа D. Операционная кровопотеря: $M \pm m = 207,9 \pm 139,1$. **Заключение.** Применение титановых блок-решеток у детей в условиях инфекционных спондилитов является безопасным, позволяет снизить количество осложнений в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде и сохранить стабильность операционной коррекции деформации позвоночника.

Ключевые слова: спондилит, туберкулез, спондилодез, титановые блок-решетки, дети

Aim To analyze the immediate and long-term results of the surgical treatment of infectious spondylitis in children. **Materials and methods** A retrospective cohort design was implemented with the following inclusion criteria: 1) age below 18 years, 2) titanium mesh block cage for anterior spondylodesis, and 3) follow up period of 24 months. The mean age was 15.3 ± 2.8 years. The patients were divided into two groups according to diagnosis: active tuberculous spondylitis ($n_1 = 42$) and chronic non-specific spondylitis and its consequences ($n_2 = 41$). **Results** There were no complications or process aggravation within a period of 6 months after surgery. However, there was one case of mesh cage destabilization when tuberculous spondylitis progressed in the period from 6 to 12 months. The amount of kyphosis correction was $26.5^\circ \pm 10.1^\circ$. The postoperative deformity increase at 18 months after surgery did not exceed 5° . Bone block was estimated at 3 points in 95 % of cases 6 months after surgery and at 4 or 5 points in 97 % of cases 12 months after surgery. Neurological disorders, based on Frankel evaluation before surgery, were identified in 5 patients (Type D in 3 patients, Type B in 2), and complete regression was observed after surgery in 4 cases up to Type E and 1 case up to Type D. Operative blood loss was $M \pm m = 207.9 \pm 139.1$. **Conclusion** The use of titanium mesh block cages in children with infectious spondylitis is a safe procedure that reduces the number of complications in the immediate and long-term postoperative period as well as maintains the stability of surgical correction of the spine deformity.

Keywords: spondylitis, tuberculosis, spondylodesis, titanium mesh block cages, children

Инфекционные спондилиты – обширная группа заболеваний позвоночника, характеризующаяся деструкцией позвонков и межпозвонковых дисков, вовлечением паравертебральных мягких тканей, а также позвоночного канала. С учетом этиологии спондилита наиболее часто выявляются два варианта [1]:

1) неспецифический спондилит или собственно **остеомиелит позвоночника** (первичный, вторичный гематогенный/септический; вторичный посттравматический; с учетом ограниченных одним сегментом деструктивных поражений также нередко используется термин “спондилодисцит” [2]);

2) туберкулезный спондилит (остеомиелит позвоночника) или **болезнь Потта** (англ. Pott's disease), развивающийся в результате диссеминации *Mycobacterium tuberculosis complex* из инфицированных легких или лимфатических узлов. Редкой частной формой туберку-

лезного спондилита является т.н. «ТВ-спондилит БЦЖ этиологии» – поражение, вызванное диссеминацией вакцинного штамма *M. tuberculosis bovis BCG* [3, 4].

Характерные особенности данных заболеваний у детей следующие:

- склонность к полисегментарным разрушениям с полной или частичной деструкцией вовлеченных в патологический процесс тел позвонков – при специфических, и к моносегментарным – при неспецифических спондилитах (т.н. спондилодисциты);
- возможность манифестации заболевания в раннем детском возрасте (до 3 лет);
- быстрое развитие грубой кифотической деформации у детей раннего возраста при полисегментарных процессах [5, 6];
- низкая частота неврологических нарушений даже при грубой деформации позвоночника благодаря высо-

ким компенсаторным возможностям.

Основные задачи хирургического лечения инфекционных спондилитов – это радикальное удаление разрушенных тканей, восстановление опорности, стабильности, сагиттального баланса и сохранение потенциала к дальнейшему росту позвоночника [7, 8]. Традиционный материал для замещения пострезекционного дефекта передней колонны – костные ауто-трансплантаты (фрагмент ребра, гребня подвздошной кости), однако их использование сопряжено с высоким риском формирования псевдоартроза ($\geq 40\%$), потерей операционной коррекции в отдаленном периоде и развитием болевого синдрома в области взятия аутокости (т.н. болезни донорской зоны) [9].

Появление современного заднего спинального инструментария позволяет эффективно реконструировать разрушенный отдел позвоночника, однако возможности применения передних стабилизирующих имплантатов в детской спинальной хирургии не изучены [10].

Накопленный опыт Клиники детской хирургии и ортопедии СПб НИИФ позволяет представить отдаленные результаты хирургического лечения детей с инфекционными спондилитами, перенесших реконструк-

тивные операции на позвоночнике с применением для передней стабилизации позвоночника титановых блок-решеток (т.н. мешей Хармса).

Цель исследования. Изучить возможности применения титановых блок-решеток для формирования переднего межтелового спондилодеза в хирургическом лечении инфекционных спондилитов у детей.

Дизайн исследования. Моноцентровая ретроспективная когорта. Класс доказательности – III. Период набора пациентов – с 2011 по 2014 год.

Критерии включения в исследование:

- возраст детей к моменту операции менее 18 лет;
- единство места выполнения операций – клиника детской хирургии и ортопедии ФГБУ СПб НИИФ;
- использование для переднего спондилодеза титанового меша;
- этиологически верифицированный диагноз инфекционного (туберкулезный/неспецифический) спондилита;
- катамнез, прослеженный в период не менее 24 месяцев;
- наличие полноценного лучевого (рентгенологического, компьютерно-томографического) архива.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

За указанный период в клинике выполнено 319 операций на позвоночнике у детей. Итоговому анализу подверглась соответствующая критериям включения когорта, составившая 83 пациента. Средний возраст на момент операции – $15,3 \pm 2,8$ года (min – 7 мес., max – 17 лет). Показания к операции: наличие инфекционной деструкции позвонков, наличие кифотической деформации позвоночника, неврологические расстройства, неэффективность консервативной антибактериальной (для неспецифических процессов) и противотуберкулезной (для специфических спондилитов) химиотерапии на протяжении минимум 2 месяцев. Средняя продолжительность терапевтической паузы (время от момента постановки диагноза до проведения операции) составила 16 месяцев (min – 4 мес., max – 13 лет).

С учетом этиологической верификации диагноза на основании комплекса морфологических, бактериоло-

гических и молекулярно-генетических (ПЦР) исследований операционного материала пациенты разделены на 2 группы:

- группа 1 ($n_1 = 42$) – туберкулезный спондилит, в т.ч. 33 больных с активным процессом и 9 – с его последствиями. После операции всем больным проводилась комплексная противотуберкулезная химиотерапия в соответствии с регламентированными режимами длительностью не менее 12 мес.;
- группа 2 ($n_2 = 41$) – хронический неспецифический спондилит и его последствия, в том числе 16 больных моноsegmentарным спондилодисцитом. После операции больным в соответствии с выделенной микрофлорой проведено не менее 2 курсов антибактериальной терапии.

Общая схема исследования с распределением пациентов по этиологическому признаку и возрастным рангам представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Общая схема исследования с возрастным ранжированием и этиологической дифференциацией диагноза

Распределение пациентов с учетом локализации поражений: шейный (n = 7), грудной (n = 27), грудно-поясничного (n = 12), поясничного (n = 36), пояснично-крестцовый (n = 3) отделы соответственно. Операции проводились под эндотрахеальным наркозом. Выбор хирургического доступа к реконструируемому отделу осуществляли с учетом локализации и протяженности деструкции. Передне-шейный доступ использовали для шейного отдела, боковой трансторакальный экстраплевральный с резекцией соответствующего ребра – для грудного, торакодиафрагмальный – для груднопоясничного, внебрюшинный – для поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника. В случаях реконструкции более одного позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) (три и более позвонка) либо при исходном наличии деформации позвоночника операция выполнялась одновременно с задней инструментальной фиксацией (n = 45) транспедикулярными, крючковыми или гибридными конструкциями третьего поколения (CDI), адаптированными для каждой возрастной группы (диаметр стержней от 3,5 до 5,5 мм). Среднее количество опорных элементов для задней фиксации – 6. Всем пациентам выполнено радикальное удаление разрушенных тканей, санация пре-, паравертебральных и эпидуральных абсцессов. Реконструкцию передней колонны производили титановой блок-решеткой, предварительно заполненной фрагментом аутокости (n = 83). Меш имплантировали в межтеловую диафаз в условиях максимально возможной реклинации. После операции устанавливали дренаж с послойным ушиванием раны. Вертикализация пациентов осуществлялась на 4-е сутки в ортезе.

Результаты операций проанализированы у всех детей непосредственно после их проведения и на сроках 6, 12, 18 месяцев, далее раз в год. Оценка отдаленных результатов исследования проведена в соответствии с графиком регрессии (рис. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обострение инфекционного процесса. В соответствии с контрольными сроками послеоперационного обследования, через 6 месяцев после операции не выявлено ни одного случая инфекционных осложнений или обострения инфекционного процесса; через 12 месяцев – один случай обострения исходного туберкулезного спондилита; спустя 24 месяца – инфекционных осложнений не выявлено (статистически достоверных различий показателей обострения инфекционного процесса между исследуемыми группами не выявлено, $p = 0,199$).

Осложнений, обычно связанных с имплантируемым межтеловым мешком (переломов, вывихов, псевдоартрозов и т.д.), в исследуемых группах не выявлено.

Показатели **величины коррекции углового кифоза (в градусах по Cobb)** представлены в таблице 1.

Таблица 1
Величина коррекции кифоза (по Cobb)

Кифоз	Min	Max	M±m
до операции*	15,00	92,00	48,7 ± 23,6
после операции*	2,00	46,00	22,3 ± 13,5

* – t-критерий для парных выборок объемом 83 пациента: различия между средними значениями переменных «Кифоз до операции» и «Кифоз после операции» оказались статистически достоверными с уровнем значимости $p < 0,001$. Корреляция между переменными $r = 0,944$, $p < 0,001$, свидетельствующая о зависимости переменных.

Рис. 2. Динамика числа пациентов, проследженных в срок более 18 месяцев

Анализируемые параметры:

- 1) частота обострения инфекционного процесса;
- 2) частота осложнений, связанных с имплантируемым межтеловым титановым мешком (вывих, протрузия и т.д.);
- 3) операционная коррекция деформации позвоночника (в градусах по Cobb);
- 4) динамика угла Cobb'a в градусах после операции;
- 5) динамика формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза (5-балльная количественная шкала) [11];
- 6) динамика неврологических нарушений (шкала Frankel) [12];
- 7) операционная кровопотеря;
- 8) время операции.

Статистическая обработка. Программное обеспечение Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA); t-критерии: 1) сравнение средних значений угловой кифотической деформации до и после операции; 2) сравнение средних значений показателей динамики формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза спустя 6 и 12 месяцев после операции; 3) сравнение показателей операционной кровопотери и времени операции. Различия признаются статистически значимыми при значении двустороннего p -уровня $< 0,05$. Попарный 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).

Показатели послеоперационного нарастания деформации к 18 мес.* (сагиттальный угол Cobb):

- группа 1 (ТБ спондилит) – $M \pm m = 4,5 \pm 1,2^\circ$ Cobb;
- группа 2 (хронический неспецифический спондилит) – $M \pm m = 3,2 \pm 0,7^\circ$ Cobb

(* – статистически достоверных различий показателей потери операционной коррекции к 18 месяцу между исследуемыми группами не выявлено, $p = 0,324$).

Интенсивность формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза*. Спустя 6 месяцев после операции блокирование позвонков оценено в 3 из 5 баллов в 88 % наблюдений, спустя 12 месяцев после операции – в 4 балла и выше в 95 % наблюдений.

Таблица 2
Показатели формирования костного блока

Оцениваемый сегмент	Сроки наблюдения	Баллы				
		1	2	3	4	5
Краниальный	6 мес.	0	0	78	5	0
	12 мес.	0	0	0	57	26
Каудальный	6 мес.	0	10	71	2	0
	12 мес.	1	0	3	60	19

* – выявлены статистически значимые различия скорости формирования костного блока в послеоперационном периоде ($p = 0,009$), к 12 месяцу степень выраженности костного блока (4 и 5 баллов из 5) достоверно выше, чем спустя 6 месяцев после операции.

Неврологические нарушения* исходно выявлены у 5 из 83 пациентов. Во всех случаях после реконструкции позвоночника отмечено нивелирование двигательных расстройств, при этом у 4 пациентов регресс неврологических расстройств оказался полным (табл. 3). (* – t-критерий для парных выборок, объемом 83 пациента: различия между средними значениями переменных «оценка по Frankel до операции» и «оценка по Frankel после операции» оказались статистически достоверными с уровнем значимости $p = 0,007$. Кроме того, как видно из результатов, между переменными существует значительная корреляция ($r = 0,843$, $p < 0,001$), свидетельствующая о том, что данные переменные можно считать зависимыми).

Показатели операционной кровопотери*:

• группа 1 (туберкулезный спондилит) – $M \pm m = 184,1 \pm 122,6$ мл;

• группа 2 (хронический неспецифический спондилит) – $M \pm m = 137,3 \pm 88,4$ мл.

(* – критерий равенства дисперсий Ливиния указывает на то, что дисперсии двух распределений статистически значимо не различаются ($p = 0,245$), следовательно, применение t-критерия корректно. Статистически достоверных различий показателей операционной кровопотери между исследуемыми группами не выявлено, $p = 0,214$).

Время операции*:

• группа 1 (ТВ спондилит) – $M \pm m = 3$ ч. 10 мин. ± 43 мин.;

• группа 2 (хронический неспецифический спондилит) – $M \pm m = 2$ ч. 40 мин. ± 32 мин.

(* – критерий равенства дисперсий Ливиния указывает на то, что дисперсии двух распределений статистически значимо не различаются ($p = 0,592$), следовательно, применение t-критерия корректно. Статистически достоверных различий показателей времени операции в исследуемых группах не выявлено, $p = 0,361$).

Таблица 3

Особенности неврологических нарушений у детей в исследуемой группе

№	Пол	Возраст (лет)	Уровень патологии	Оценка по Frankel		Диагноз
				до операции*	после операции*	
1	ж	17	Th6–L4	D	E	ТВ спондилит, осложненный абсцессами
2	м	4 г. 6 мес.	Th9–12	B	C	Последствия ТВ спондилита
3	ж	11	Th8–10	D	E	Хронический неспецифический спондилит
4	м	1 г. 3 мес.	Th3–4	B	E	Туберкулезный спондилит
5	ж	12	Th6–9	D	E	Последствия ТВ спондилита

ОБСУЖДЕНИЕ

Комментируя представленные результаты, в первую очередь стоит отметить физико-механические свойства имплантата, а именно, прочность и биологическую инертность титана, позволяющие одновременно эффективно замещать протяженные (более 2-х ПДС) дефекты передней колонны, не вызывая биологической реакции в организме ребенка.

При анализе отечественных и зарубежных баз данных медицинской литературы нам не удалось найти информации о применении титановых мешей у детей. В связи с этим, приводим исследования, касающиеся некоторых аспектов хирургии инфекционных спондилитов взрослых [13, 14].

Согласно Hadjipavlou AG et al. [15], Skaf GS et al. [16] и Chen WH, et al. [17], применение костных ауто-трансплантатов в условиях спондилитов приводит к увеличению риска инфекционных осложнений, а по данным Arrington ED et al., взятие аутокости сопровождается хроническими болями более чем в 40 % случаев [9]. Это вынуждает хирургов, не имеющих в своем арсенале современных имплантатов, придерживаться консервативного лечения спондилитов с применением антибактериальной химиотерапии, ортезирования и постельного режима. Однако данная тактика направлена только на инфекционный агент и не позво-

ляет реконструировать разрушенный отдел, приводя в дальнейшем к развитию деформации позвоночника.

Zhang H. et al. [18] представляют ретроспективную клиническую серию, включающую данные о 28 пациентах (средний возраст $42,7 \pm 5,8$ года), оперированных по поводу туберкулезного спондилита с использованием титановых блок-решеток для переднего спондилодеза. Средний срок формирования стабильного костного блока – 8 месяцев, коррекция кифотической деформации составила $38,9 \pm 6,6^\circ$ с потерей коррекции в отдаленном периоде (4 года), не превышающей 2° .

Сопоставимое по количеству пациентов ($n = 28$) исследование представляет Won Heo et al. [19]. Радикальная реконструкция позвоночника проведена по поводу инфекционных спондилитов с использованием титановых мешей во всех случаях. Средний возраст пациентов – 55,7 года, отдаленный период наблюдения от 6 до 64 месяцев. Осложнения, связанные с имплантируемыми титановыми мешами, отсутствовали. Потеря операционной коррекции к концу срока наблюдения составила $4,8^\circ$.

Об осложнениях, связанных с переломом, миграцией титановых блок-решеток, имеются лишь единичные сообщения, не представляющие статистической значимости [20, 21, 22].

ВЫВОДЫ

В лечении инфекционных спондилитов у детей необходим комплексный подход, включающий, с одной стороны, раннюю верификацию диагноза и назначение консервативной химиотерапии (в случае неспецифических спондилитов – антибактериальной терапии узкого спектра действия, в случае туберкулезных – противотуберкулезной химиотерапии), с другой – выполнение реконструкции позвоночника с использованием титановых блок-решеток. Это позволяет снизить риск как ближайших, так и отдаленных операционных осложнений.

Формирование надежного костного блока в зоне передней реконструкции способствует сокращению сроков удаления задних фиксирующих конструкций при сохранении надежной интраоперационной коррекции деформации и потенциала к дальнейшему росту ребенка.

Клинический пример. Пациентка М., 2 года 11 мес., последствия перенесенного генерализованного туберкулеза: туберкулезного спондилита, туберкулеза мягких тканей правой стопы. Неврологический статус: тип E по Frankel.

Рис. 3. Пациентка М., 2 г. 11 мес.: КТ (а, б) перед хирургическим вмешательством, кифотическая деформация Th4-8 41°. Рентгенограммы (в, г) после реконструкции Th4-8 (передний межтеловой спондилодез титановым мешом с аутокостью, задняя инструментальная фиксация Th3-9 многоопорной системой из 8 крючков). КТ грудного отдела спустя 8 месяцев после реконструкции (д). Формирование блока внутри меша оценено в 4 балла (отсутствие зон резорбции с реактивным контактным склерозом)

ЛИТЕРАТУРА

- Аксенова В.А. Туберкулез у детей и подростков. М., 2007. 269 с.
- Gouliouris T., Aliyu S.H., Brown N.M. Spondylodiscitis: update on diagnosis and management // *J. Antimicrob. Chemother.* 2010. Vol. 65, N Suppl. 3. P. iii11-iii24. doi: 10.1093/jac/dkq303.
- Туберкулезный спондилит у детей: сравнительный анализ двух бактериологически верифицированных клинических когорт / А.Ю. Мушкин, Д.Б. Маламашин, М.Н. Бакин, В.А. Голубев // *Туберкулез и болезни легких*. 2015. № 8. С. 15-21.
- Jain A.K., Dhammi I.K. Tuberculosis of the spine: a review // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2007. Vol. 460. P. 39-49. doi: 10.1097/BLO.0b013e318073bd29.
- Rajasekaran S. The problem of deformity in spinal tuberculosis // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2002. N 398. P. 85-92. doi: 10.1097/00003086-200205000-00012.
- Tuli S.M. Historical aspects of Pott's disease (spinal tuberculosis) management // *Eur. Spine J.* 2013. Vol. 22, Suppl. 4. P. 529-538. doi: 10.1007/s00586-012-2388-7.
- Kaloostian P.E., Gokaslan Z.L. Current management of spinal tuberculosis: a multimodal approach // *World Neurosurg.* 2013. Vol. 80, N 1-2. P. 64-65. doi: 10.1016/j.wneu.2013.01.120.
- Fucs P.M., Meves R., Yamada H.H. Spinal infections in children: a review // *Int. Orthop.* 2012. Vol. 36, N 2. P. 387-395. doi: 10.1007/s00264-011-1388-2.
- Complications of iliac crest bone graft harvesting / E.D. Arrington, W.J. Smith, H.G. Chambers, A.L. Bucknell, N.A. Davino // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996. N 329. P. 300-309.
- Anterior instrumentation for the treatment of spinal tuberculosis / C. Yilmaz, H.Y. Selek, I. Gürkan, B. Erdemli, Z. Korkusuz // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1999. Vol. 81, N 9. P. 1261-1267.
- Лучевой анализ формирования костного блока при использовании различных материалов для переднего спондилодеза у пациентов с инфекционным спондилитом / И.А. Баулин, П.В. Гаврилов, Н.А. Советова, А.Ю. Мушкин // *Хирургия позвоночника*. 2015. Т. 12, № 1. С. 83-89.
- The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. / H.L. Frankel, D.O. Hancock, G. Hyslop, J. Melzak, L.S. Michaelis, G.H. Ungar, J.D. Vernon, J.J. Walsh // *Paraplegia*. 1969. Vol. 7, N 3. P. 179-192. doi: 10.1038/sc.1969.30.
- Analysis of titanium mesh cages in adults with minimum two-year follow-up / K.R. Eck, K.H. Bridwell, F.F. Ungacta, M.A. Lapp, L.G. Lenke, K.D. Riew // *Spine*. 2000. Vol. 25, N 18. P. 2407-2415. doi: 10.1097/00007632-200009150-00023.
- Radiographic assessment of anterior titanium mesh cages / K.R. Eck, L.G. Lenke, K.H. Bridwell, L.A. Gilula, C.J. Lashgari, K.D. Riew // *J. Spinal Disord.* 2000. Vol. 13, N 6. P. 501-509.
- Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management / A.G. Hadjipavlou, J.T. Mader, J.T. Necessary, A.J. Muffoletto // *Spine*. 2000. Vol. 25, N 13. P. 1668-1679.
- Pyogenic spondylodiscitis: an overview / G.S. Skaf, N.T. Domloj, M.G. Fehlings, C.H. Bouclaus, A.S. Sabbagh, Z.A. Kanafani, S.S. Kanj // *J. Infect. Public Health*. 2010. Vol. 3, N 1. P. 5-16. doi: 10.1016/j.jiph.2010.01.001.
- Chen W.H., Jiang L.S., Dai L.Y. Surgical treatment of pyogenic vertebral osteomyelitis with spinal instrumentation // *Eur. Spine J.* 2007. Vol. 16, N 9. P. 1307-1316. doi: 10.1007/s00586-006-0251-4.
- Debridement, internal fixation, and reconstruction using titanium mesh for the surgical treatment of thoracic and lumbar spinal tuberculosis via a posterior-only approach: a 4-year follow-up of 28 patients / H. Zhang, K. Zeng, X. Yin, J. Huang, M. Tang, C. Guo // *J. Orthop. Surg. Res.* 2015. Vol. 10. P. 150. doi: 10.1186/s13018-015-0292-7.
- Is titanium mesh cage safe in surgical management of pyogenic spondylitis? // W. Heo, D.H. Kang, K.B. Park, S.H. Hwang, I.S. Park, J.W. Han // *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2011. Vol. 50, N 4. P. 357-362. doi: 10.3340/jkns.2011.50.4.357.
- Effectiveness of titanium mesh cylindrical cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection / M.F. Dvorak, B.K. Kwon, C.G. Fisher, H.L. Eiserloh 3rd, M. Boyd, P.C. Wing // *Spine*. 2003. Vol. 28, N 9. P. 902-908. doi: 10.1097/00007632-200305010-00012.
- Anterior surgery with insertion of titanium mesh cage and posterior instrumented fusion performed sequentially on the same day under one anesthesia for septic spondylitis of thoracolumbar spine: is the use of titanium mesh cages safe? / P. Korovessis, G. Petsinis, G. Koureas, P. Iliopoulos, S. Zacharatos // *Spine*. 2006. Vol. 31, N 9. P. 1014-1019.
- Harms titanium mesh cage fracture / Z. Klezl Z, C.A. Bagley, M.J. Bookland, J.P. Wolinsky, Z. Rezek, Z.L. Gokaslan // *Eur. Spine J.* 2007. Vol. 16, Suppl. 3. P. 306-310.
- Мушкин А.Ю., Наумов Д.Г., Евсеев В.А. Реконструкции 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>

REFERENCES

- Aksenova V.A. *Tuberkulez u detei i podrostkov* [Tuberculosis in children and adolescents]. M., 2007. 269 p. (In Russ.)
- Gouliouris T., Aliyu S.H., Brown N.M. Spondylodiscitis: update on diagnosis and management. *J. Antimicrob. Chemother.*, 2010, vol. 65, no. Suppl. 3, pp. iii11-iii24. doi: 10.1093/jac/dkq303.
- Mushkin A.Yu., Malamashin D.B., Bakin M.N., Golubev V.A. Tuberkulezniy spondilit u detei: sravnitel'nyi analiz dvukh bakteriologicheskii verifitsirovannykh klinicheskikh kogort [Tuberculous spondylitis in children: a comparative analysis of two bacteriologically verified clinical cohorts]. *Tuberkulez i Bolezni Legkikh*, 2015, no. 8, pp. 15-21. (In Russ.)
- Jain A.K., Dhammi I.K. Tuberculosis of the spine: a review. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2007, vol. 460, pp. 39-49. doi: 10.1097/BLO.0b013e318073bd29.
- Rajasekaran S. The problem of deformity in spinal tuberculosis. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2002, no. 398, pp. 85-92. doi: 10.1097/00003086-200205000-00012.

6. Tuli S.M. Historical aspects of Pott's disease (spinal tuberculosis) management. *Eur. Spine J.*, 2013, vol. 22, no. Suppl. 4, pp. 529-538. doi: 10.1007/s00586-012-2388-7.
7. Kaloostian P.E., Gokaslan Z.L. Current management of spinal tuberculosis: a multimodal approach. *World Neurosurg.*, 2013, vol. 80, no. 1-2, pp. 64-65. doi: 10.1016/j.wneu.2013.01.120.
8. Fucs P.M., Meves R., Yamada H.H. Spinal infections in children: a review. *Int. Orthop.*, 2012, vol. 36, no. 2, pp. 387-395. doi: 10.1007/s00264-011-1388-2.
9. Arrington E.D., Smith W.J., Chambers H.G., Bucknell A.L., Davino N.A. Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1996, no. 329, pp. 300-309.
10. Yilmaz C., Selek H.Y., Gürkan I., Erdemli B., Korkusuz Z. Anterior instrumentation for the treatment of spinal tuberculosis. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 1999, vol. 81, no. 9, pp. 1261-1267.
11. Baulin I.A., Gavrilov P.V., Sovetova N.A., Mushkin A.Iu. Luchevoi analiz formirovaniia kostnogo bloka pri ispol'zovanii razlichnykh materialov dlia perednego spondilodeza u patsientov s infektsionnym spondilitom [Radiation analysis of bone block formation using different materials for anterior spondylodesis in patients with infection spondylitis]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 83-89. (In Russ.)
12. Frankel H.L., Hancock D.O., Hyslop G., Melzak J., Michaelis L.S., Ungar G.H., Vernon J.D., Walsh J.J. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *J. Paraplegia*, 1969, vol. 7, no. 3, pp. 179-192. doi: 10.1038/sc.1969.30.
13. Eck K.R., Bridwell K.H., Ungacta F.F., Lapp M.A., Lenke L.G., Riew K.D. Analysis of titanium mesh cages in adults with minimum two-year follow-up. *Spine*, 2000, vol. 25, no. 18, pp. 2407-2415. doi: 10.1097/00007632-200009150-00023.
14. Eck K.R., Lenke L.G., Bridwell K.H., Gilula L.A., Lashgari C.J., Riew K.D. Radiographic assessment of anterior titanium mesh cages. *J. Spinal Disord.*, 2000, vol. 13, no. 6, pp. 501-509.
15. Hadjipavlou A.G., Mader J.T., Necessary J.T., Muffoletto A.J. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management. *Spine*, 2000, vol. 25, no. 13, pp. 1668-1679.
16. Skaf G.S., Domloj N.T., Fehlings M.G., Bouclaus C.H., Sabbagh A.S., Kanafani Z.A., Kanj S.S. Pyogenic spondylodiscitis: an overview. *J. Infect. Public Health*, 2010, vol. 3, no. 1, pp. 5-16. doi: 10.1016/j.jiph.2010.01.001.
17. Chen W.H., Jiang L.S., Dai L.Y. Surgical treatment of pyogenic vertebral osteomyelitis with spinal instrumentation. *Eur. Spine J.*, 2007, vol. 16, no. 9, pp. 1307-1316. doi: 10.1007/s00586-006-0251-4.
18. Zhang H., Zeng K., Yin X., Huang J., Tang M., Guo C. Debridement, internal fixation, and reconstruction using titanium mesh for the surgical treatment of thoracic and lumbar spinal tuberculosis via a posterior-only approach: a 4-year follow-up of 28 patients. *J. Orthop. Surg. Res.*, 2015, vol. 10, pp. 150. doi: 10.1186/s13018-015-0292-7.
19. Heo W., Kang D.H., Park K.B., Hwang S.H., Park I.S., Han J.W. Is titanium mesh cage safe in surgical management of pyogenic spondylitis? *J. Korean Neurosurg. Soc.*, 2011, vol. 50, no. 4, pp. 357-362. doi: 10.3340/jkns.2011.50.4.357.
20. Dvorak M.F., Kwon B.K., Fisher C.G., Eiserloh H.L. 3rd, Boyd M., Wing P.C. Effectiveness of titanium mesh cylindrical cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection. *Spine*, 2003, vol. 28, no. 9, pp. 902-908. doi: 10.1097/00007632-200305010-00012.
21. Korovessis P., Petsinis G., Koureas G., Iliopoulos P., Zacharatos S. Anterior surgery with insertion of titanium mesh cage and posterior instrumented fusion performed sequentially on the same day under one anesthesia for septic spondylitis of thoracolumbar spine: is the use of titanium mesh cages safe? *Spine*, 2006, vol. 31, no. 9, pp. 1014-1019.
22. Klezl Z., Bagley C.A., Bookland M.J., Wolinsky J.P., Rezek Z., Gokaslan Z.L. Harms titanium mesh cage fracture. *Eur. Spine J.*, 2007, vol. 16, no. Suppl. 3, pp. 306-310.
23. Mushkin A.Iu., Naumov D.G., Evseev V.A. Rekonstruktsii pozvonochnika s primeneniem titanovykh meshei u detei [The spine reconstructions using titanium meshes in children]. *Khirurgiia pozvonochnika*, 2016, vol. 13, no. 2, pp. 68-76. doi: http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.68-76. (In Russ.)

Рукопись поступила 22.08.2016

Сведения об авторах:

1. Наумов Денис Георгиевич – ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ, г. Санкт-Петербург, Россия, студент.
2. Мушкин Александр Юрьевич – Клиника детской хирургии и ортопедии ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» МЗ РФ, г. Санкт-Петербург, Россия, главный научный сотрудник, руководитель клиники детской хирургии и ортопедии, координатор направления «Внелегочный туберкулез», д. м. н., профессор; e-mail: aymushkin@mail.ru.
3. Першин Андрей Александрович – ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Россия, заведующий отделением, к. м. н.

Information about the authors:

1. Denis G. Naumov, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, Russia
2. Alexander Iu. Mushkin, M.D., Ph.D., Saint Petersburg Scientific Research Institute of Phthysiopulmonology, Clinic of Pediatric Surgery and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia, a chief researcher, Head of the Clinic of Pediatric Surgery and Orthopaedics, Coordinator of Extrapulmonary Tuberculosis direction, Professor; **Corresponding author:** aymushkin@mail.ru.
3. Andrei A. Pershin, M.D., Ph.D., Saint Petersburg Albrecht Scientific-and-Practical Center of Medical and Social Expertise, Prosthetics and Rehabilitation of the Disabled, St. Petersburg, Russia, Head of the Department.