

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ФТИЗИОПУЛЬМОНОЛОГИИ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**НАУМОВ ДЕНИС ГЕОРГИЕВИЧ**

**РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИТАНОВЫХ  
БЛОК-РЕШЕТОК ПРИ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТАХ У ДЕТЕЙ**

14.01.17 – Хирургия

14.01.15 – Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
д.м.н., профессор  
Мушкин Александр Юрьевич

Санкт-Петербург – 2019

Оглавление	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава I. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТОВ У ДЕТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	12
1.1. Стандартизация хирургической тактики при инфекционных спондилитах.....	19
1.2. Особенности клинико-лучевой картины и показания к хирургическому вмешательству.....	22
1.3. Результаты хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей.....	24
Глава II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	37
2.1. Дизайн исследования.....	37
2.2. Характеристика исследуемых групп пациентов.....	43
2.3. Методы исследования.....	48
2.4. Статистический анализ.....	52
Глава III. МЕТОД ПЕРЕДНЕГО СПОНДИЛОДЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИТАНОВОЙ БЛОК-РЕШЕТКИ, ЗАПОЛНЕННОЙ АУТОКОСТЬЮ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТОВ У ДЕТЕЙ.....	53
3.1. Предоперационное планирование протяженности передней реконструкции позвоночника с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью.....	54
3.2. Метод переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью.....	55
Глава IV. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИТАНОВЫХ БЛОК-РЕШЕТОК, ЗАПОЛНЕННЫХ АУТОКОСТЬЮ И ИЗОЛИРОВАННЫХ КОСТНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ ПРИ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТАХ У ДЕТЕЙ.....	59

4.1. Сравнительный анализ непосредственных результатов реконструкций позвоночника с использованием титановых блок-решеток, заполненных аутокостью и изолированных костных трансплантатов при инфекционных спондилитах у детей.....	59
4.2. Сравнительный анализ отдаленных результатов реконструкций позвоночника с использованием титановых блок-решеток, заполненных аутокостью и изолированных костных трансплантатов при инфекционных спондилитах у детей.....	64
4.3. Сравнительный анализ динамики формирования переднего костного блока при реконструкциях позвоночника с применением титановых блок-решеток с аутокостью и изолированных костных трансплантатов.....	68
4.4. Сроки удаления задних металлоконструкций в условиях титановых блок-решеток с аутокостью и изолированных костных трансплантатов, использованных для переднего спондилодеза.....	73
Глава V. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С ИНФЕКЦИОННЫМИ СПОНДИЛИТАМИ.....	76
5.1. Общая структура послеоперационных осложнений в исследуемых группах.....	76
5.2. Анализ факторов послеоперационных осложнений у пациентов исследуемых групп.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
ВЫВОДЫ.....	96
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	97
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	98

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	100

## ВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

“Золотым стандартом” замещения пострезекционного межтелового диастаза в хирургии спондилитов к концу 20-го столетия стали бикортикальные костные ауто- и аллотрансплантаты (фрагменты ребра, гребень подвздошной кости) [3, 4, 5, 8, 16, 26, 69, 119, 139], однако, их применение оказалось сопряжено с высоким, достигающим 40% риском послеоперационных осложнений, ведущие из которых – формирование псевдоартроза, резорбция и вывих костного трансплантата [95, 144].

Реконструкции позвоночника при инфекционных спондилитах у *пациентов детского возраста*, в отличие от взрослых, должны обеспечивать не только санацию очага инфекции и коррекцию кифотической деформации, но и создавать условия для дальнейшего осевого роста [6, 13]. У детей применение изолированных костных ауто- и алло-трансплантатов для переднего спондилодеза, даже при формировании зрелого переднего костного блока, по мере увеличения протяженности передней реконструкции сопровождается потерей операционной коррекции деформации из-за замедления интенсивности осевого роста позвоночника, в среднем на 32,6% [31, 122]. Применение задних металлоконструкций в реконструктивной хирургии инфекционных спондилитов у детей улучшило результаты лечения, но не исключило негативные отдаленные последствия подобных операций, связанные с длительной инструментальной фиксацией растущего позвоночника [25].

Одновременное применение титановых блок-решеток с костными трансплантатами в хирургии спондилитов взрослых (англ. titanium mesh-cage, ТМС) позволило улучшить условия для сращения трансплантата и блокируемых позвонков за счет обеспечения надежной стабилизации реконструируемого отдела позвоночника благодаря прочности титана, его биологической инертности и конструкции меша [8, 61, 82, 131]. Результаты использования титановых блок-решёток в хирургии инфекционных спондилитов у детей

представлены в единичных публикациях, крупнейшая из которых суммирует результаты 36 операций и ограничена по сроку отдаленных наблюдений максимум 4 годами [50, 65]. Малый объем выборок, низкий уровень доказательности исследований (клинические случаи или малые серии, что соответствует IV уровню по Burns P.V. et al., 2011) [40] и отсутствие сравнительного анализа результатов использования титановых блок-решёток, заполненных аутокостью, и традиционно применяемых при инфекционных спондилитах у детей изолированных костных трансплантатов, явились поводом к настоящему исследованию.

### **Степень разработанности темы**

Применение изолированных костных трансплантатов для реконструкции передней колонны позвоночника у детей с инфекционными спондилитами сопряжено с потерей операционной коррекции деформации в отдаленном периоде, замедлением осевого роста позвоночника, а также их резорбцией, дислокацией или вывихом [74, 122, 147]. Дополнение таких операций задней инструментальной фиксацией не исключает риск развития осложнений, связанных с резорбцией костного трансплантата, а также создает новые опасности, обусловленные вторичной дегенерацией исходно неповрежденных дисков на фоне длительной протяженной задней инструментальной стабилизации [25, 148].

Накопленный опыт Клиники детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России в хирургическом лечении инфекционных спондилитов у детей позволяет оценить эффективность применения титановых блок-решёток в реконструктивной хирургии пациентов данной возрастной группы и ответить на ряд принципиальных вопросов, касающихся адаптации трансплантатов/имплантатов, сроков и показаний к удалению задних фиксирующих конструкций, а также предикторов послеоперационных осложнений.

**Цель исследования:** улучшить результаты хирургического лечения детей с инфекционными спондилитами путем использования для реконструкции передней колонны позвоночника титановых блок-решеток, заполненных аутокостью.

### **Задачи исследования**

1. Разработать метод переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки с аутокостью для хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей.

2. Сравнить непосредственные и отдаленные результаты применения заполненных аутокостью титановых блок-решеток и изолированных костных трансплантатов при реконструкциях позвоночника у детей с инфекционными спондилитами.

3. Оценить динамику формирования переднего костного блока при использовании изолированных костных трансплантатов и титановых блок-решеток с аутокостью при инфекционных спондилитах у детей.

4. Определить факторы, влияющие на развитие послеоперационных осложнений хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей.

### **Научная новизна**

Впервые у детей с инфекционными спондилитами:

- обоснована возможность сокращения сроков задней инструментальной фиксации позвоночника при использовании титановых блок-решеток, заполненных аутокостью;

- дифференцированно изучены особенности формирования переднего костного блока в краниальной и каудальной зонах реконструированного отдела позвоночника;

- определены факторы, влияющие на развитие осложнений реконструкций позвоночника у детей с инфекционными спондилитами на разных сроках послеоперационного периода.

## Теоретическая и практическая значимость работы

1. Разработан метод предоперационного планирования реконструкции передней колонны позвоночника с применением титановых блок-решеток, заполненных аутокостью у детей.

2. Обоснована возможность двукратного сокращения сроков задней инструментальной фиксации при полисегментарной реконструкции позвоночника у детей с инфекционными спондилитами за счет формирования зрелого костного блока к 12 месяцу после операции более, чем в 90% наблюдений.

3. Обеспечено снижение степени потери коррекции кифотической деформации и частоты осложнений в отдаленном периоде у детей с инфекционными спондилитами.

4. Определена необходимость длительного, не менее 6 лет, послеоперационного наблюдения детей, оперированных по поводу инфекционных спондилитов, ввиду рисков развития поздних ортопедических осложнений.

## Методология и методы исследования

В ретроспективно-проспективном исследовании изучены данные 197 детей, последовательно оперированных в Клинике детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России в период с 1 января 2005 по 31 декабря 2015 гг. по поводу инфекционных спондилитов с прослеженным катамнезом не менее 3 лет.

Согласно рекомендациям по клиническим исследованиям (Raich A.L. et al., 2013, Falavigna A. et al., 2015) сравнительная часть диссертации выполнена с использованием протокола “PICO”: P (*patients*) - дети с инфекционными спондилитами, I (*intervention*) – реконструкция позвоночника, C (*comparison*) сравниваемый параметр – вариант переднего межтелового спондилодеза, O (*outcomes*) – собственно анализируемые параметры. Анализ факторов риска послеоперационных осложнений выполнен по протоколу “PRO”: P (*patients*) – дети с инфекционными спондилитами, P (*prognostic factors*) потенциальные



факторы – уровень поражения, этиология заболевания, пол, возраст пациентов, число разрушенных ПДС, материал для переднего спондилодеза, протяженность передней реконструкции и задней инструментальной фиксации позвоночника, O (*outcomes*) – частота и структура послеоперационных осложнений.

Изучены время операции, операционная кровопотеря (абсолютный объем в миллилитрах, относительный объем в % от объема циркулирующей крови), величина коррекции кифотической деформации и степень ее потери к концу периода наблюдения (в градусах по Cobb), динамика формирования переднего костного блока (в баллах, Патент на изобретение RUS 2616270 от 08.07.2015), сроки удаления задней инструментальной фиксации, частота и структура послеоперационных осложнений/последствий.

Согласно классификации Chahoud J. et al. (2014) [42] изучение структуры послеоперационных осложнений проведено в *раннем* (до 30 суток после операции), *отсроченном* (от 30 до 90 суток) и *позднем* (от 90 суток и более) периодах с регистрацией воспалительных и ортопедических осложнений (Левашев Ю.Н. с соавт., 2008): рецидив заболевания, прогрессирование деформации, формирование псевдоартроза в зоне переднего спондилодеза, вывих / резорбция / перелом трансплантата.

Внутригрупповой и межгрупповой анализ выполнен с помощью методов математической статистики.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Применение заполненных аутокостью титановых блок-решеток в хирургическом лечении инфекционных спондилитов у детей является безопасным и эффективным методом восстановления стабильности передней колонны позвоночника.
2. Применение титановых блок-решеток с аутокостью предотвращает потерю коррекции кифоза при полисегментарных реконструкциях позвоночника, а при моносегментарных разрушениях позволяет отказаться от дополнительной задней инструментальной фиксации.

3. При реконструкциях позвоночника у детей с инфекционными спондилитами использование титановых блок-решеток с аутокостью ускоряет формирование переднего костного блока, что позволяет более чем вдвое сократить сроки задней инструментальной фиксации.
4. Применение титановых блок-решеток, заполненных аутокостью, в отдаленном периоде обеспечивает снижение частоты послеоперационных осложнений; позволяет полностью избежать риска перелома костного трансплантата и снизить риск формирования псевдоартроза в отдаленном периоде.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Достоверность исследования определяется достаточным числом наблюдений и современными методами статистического анализа материала. Основные результаты представлены в рамках VI съезда хирургов-вертебрологов России (Краснодар, Россия, 2015); IV Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы медицины» (Баку, Азербайджан, 2015); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечности, таза, позвоночника» (Санкт-Петербург, Россия, 2015); IV, V и VI Конгрессов национальной ассоциации фтизиатров (Санкт-Петербург, Россия, 2015, 2016, 2017); XI и XII Международной Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых (Москва, Россия, 2016, 2017); X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, Россия, 2017), Global Spine Congress and World Forum for Spine Research (Dubai, UAE, 2016) и Global Spine Congress (Milan, Italy, 2017), Global Spine Congress (Toronto, Canada, 2019), X съезд Ассоциации хирургов-вертебрологов (Москва, Россия, 2019). Отмечены дипломом 1 степени на секции «Детская хирургия» XI и XII Международных Пироговских научных медицинских конференций студентов и молодых ученых (Москва, 2016, 2017); дипломом 1 степени XX Международной

медико-биологической научной конференции молодых исследователей «Фундаментальная наука и клиническая медицина. Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург, 2017); дипломом 2 степени в рамках конкурса презентаций курса Advanced Seminar AOSpine “Long-term effects of spinal surgery for various spinal pathologies” (Moscow, Russia, 2018).

Результаты диссертационного исследования отражены в 23 публикациях, в т.ч. 7 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов/докторов наук, 5 - в зарубежных периодических медицинских изданиях. 4 работы опубликованы в изданиях, реферируемых международными информационными базами данных Scopus, Web of Science, Pubmed. Имеются 2 патента на изобретение.

Результаты диссертации используются в практической работе Клиники детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России, Клиники патологии позвоночника и редких заболеваний ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, а также в преподавании учебных курсов кафедры хирургических болезней детского возраста им. Г.А. Баирова ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

### **Личный вклад автора**

Автором совместно с руководителем определены цель, сформулированы задачи, разработан дизайн исследования. Самостоятельно проведен анализ литературы по изучаемой проблеме, набор и анализ клинических и лучевых данных, формирование базы данных; осуществлена статистическая обработка, обобщение и анализ результатов исследования. Автор принимал непосредственное участие в операциях и курации больных.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 119 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка используемой литературы, включающего 152 источника (126 – зарубежных и 26 – отечественных). Работа содержит 28 таблиц и иллюстрирована 25 рисунками.

## ГЛАВА I

## ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТОВ У ДЕТЕЙ

## (обзор литературы)

Инфекционные спондилиты представляют собой обширную группу заболеваний позвоночника, характеризующуюся деструкцией позвонков, межпозвонковых дисков, вовлечением паравертебральных мягких тканей, а также позвоночного канала.

С учетом этиологии заболевания, наиболее часто выделяют два варианта спондилитов, автоматически включая в них разные варианты воспалительной реакции:

1. *неспецифический (пиогенный) спондилит* или собственно остеомиелит позвоночника;
2. *гранулематозный спондилит*, в подавляющем большинстве случаев представленный *туберкулезным* поражением (*англ. Pott's disease*). В группу *гранулематозных* также входят микотические, паразитарные, сифилитические и бруцеллезные спондилиты, крайне редко встречаемые у пациентов детского возраста. Упоминание о них как в отечественных, так и в зарубежных публикациях ограничено описанием отдельных случаев [27, 35, 57].

В общей структуре неспецифических остеомиелитов взрослых инфекционные спондилиты составляют от 2 до 8%, что соответствует 0,4 – 2,4 новых случаям на 100 тыс. лиц взрослого населения, или в пересчете на абсолютные цифры - от 26 до 65 тыс. случаев ежегодно [37].

В детской популяции на долю спондилитов приходится 1 - 2% от всех случаев неспецифических остеомиелитов, что соответствует 0,2 – 0,6 новых случаев на 100 тыс. детского населения, в абсолютных цифрах – от 7 до 12 тыс. случаев ежегодно [54].

Выделение туберкулезного спондилита в самостоятельную нозологическую форму туберкулезного процесса приписывается британскому

хирургу Р. Pott, в 1779 году описавшему пациентов с параличами нижних конечностей на фоне туберкулезного разрушения позвонков. Позднее в клиническую практику вошли понятия "параплегия Потта" и "болезнь Потта".

Согласно современным статистическим данным, поражение костно-суставной системы у взрослых при туберкулезе выявляется с частотой от 7 до 12%, более чем в 50% вовлекается позвоночник, что составляет 2,5 – 4,3 на 100 тыс. взрослого населения или от 73 до 145 тыс. новых случаев ежегодно [136]. Среди туберкулеза внелегочной локализации у детей, поражение костно-суставной системы диагностируется в 5%, а вовлечение позвоночника достигает 0,8 – 2,2 на 100 тыс. детского населения, что соответствует 11 – 23 тыс. новых случаев ежегодно [142, 143].

Обзор медицинский литературы проведен с использованием крупнейших англо- и русскоязычных баз данных: PubMed, Clinical Key, Clinical Trials, Cochrane Library, E-library. Для поиска публикаций использовали следующие ключевые слова: pyogenic spondylitis, tuberculosis spondylitis, surgical treatment of spondylitis, spondylodiscitis in children; anterior spinal arthrodesis, titanium mesh cage, spine instrumentation, инфекционные спондилиты у детей. Включение публикаций в систематический обзор осуществлено согласно следующим критериям:

- время написания статьи: с 2000 по 2017 гг.;
- катамнез, прослеженный в сроки не менее 12 месяцев.
- возможность оценки уровня доказательности с соответствием его IV классу и выше согласно модифицированной в Оксфордском центре доказательной медицины международной классификации (Таблица 1) [40].

Таблица 1 – Классификация уровней доказательности (Burns P.B. 2011)

<b>I A</b>	Systematic review of RCTs	систематические обзоры рандомизированных клинических испытаний
<b>I B</b>	Individual RCT	рандомизированные клинические исследования
<b>II A</b>	Systematic review of cohort studies	систематические обзоры когортных исследований
<b>II B</b>	Individual Cohort study	когортные исследования
<b>III A</b>	Systematic review of case-control studies	систематические обзоры исследований типа “случай – контроль”
<b>III B</b>	Individual Case-control study	исследования типа “случай – контроль”
<b>IV</b>	“Case-series	клинические серии
<b>V</b>	Expert opinion	мнение экспертов

В анализ также включены “классические” публикации, датированные более ранним периодом, на которые ссылается большинство авторов.

Кроме того, проанализированы три диссертационных исследования (два – на соискание ученой степени доктора медицинских наук, одна – на соискание ученой степени кандидата медицинских наук), полностью соответствующих тематике хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей, датированные периодом с 1990 по 2007 гг. [6, 13, 23].

Таким образом, по результатам поискового запроса первично отобрано 118 зарубежных и 20 отечественных статей.

Для максимальной объективизации и полноты обзора в него также включены отдельные клинические случаи инфекционных спондилитов у пациентов детского возраста, входящие в структуру не фокусирующей на патологии у детей публикации, при возможности четкого анализа следующих параметров:

- возраст пациента,
- этиологическая верификация диагноза,
- описание метода хирургического лечения,
- продолжительность отдаленного наблюдения, составляющая не менее чем 12 месяцев,
- описание осложнений, развившихся в отдаленном периоде (при наличии).

Согласно указанным параметрам, дополнительно проанализированы пять публикаций, с общим числом пациентов, равным одиннадцати [21, 50, 68, 78, 152].

Схема набора материала для обзора литературы представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема набора материала для систематического обзора.

Общее количество статей, отобранных на первом этапе поиска, характеристики их содержания (количество пациентов, их средний возраст и сроки наблюдения отдаленных результатов) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Общая характеристика публикаций, вошедших в систематический обзор на первом этапе анализа баз данных медицинской литературы

Этиология спондилитов	Критерии анализа статей			
	количество статей	суммарное количество пациентов	возраст пациентов (M*, лет)	Катамнез (M, мес)
Пиогенные	48	1164	62,6	24,4
Туберкулезные	95	898	37,1	42,8

*Примечание: \* - M – среднее значение*

Как видно из таблицы 2, подавляющее большинство существующих статей посвящено инфекционным спондилитам у взрослых, в то время как на долю публикаций, касающихся хирургического лечения пациентов детского возраста приходится не более 15% - 19 зарубежных, 2 отечественных публикации и 3 диссертационных исследования. Итоговое количество публикаций, посвященных инфекционным спондилитам у детей, и характеристика материала представлена в таблице 3.



Таблица 3 – Публикации, посвященные инфекционным спондилитам у детей

Авторы и год	Этиология	Класс доказательности	Число пациентов	Возраст (М)*	Отдаленные результаты*	Особенность публикаций с малой выборкой
Upadhyay SS 1993**	ТБ	II B	80	7+6	1+0	
Schulitz KP 1997**	ТБ	II B	117	4+5	6+2	
Jin D 2004**	ТБ	IV	2	12	1+2	Полисегментарная деструкция с угловым грудно-поясничным кифозом
Kumar R 2005**	ТБ	IV	19	8+6	1+2	
Rajasekaran S 2001, 2006**	ТБ	IV	61	6+9	6+7	
Мушкин А.Ю. 2008**	ТБ	IV	2	8+6	1+1	Субокципитальный спондилит
Huang QS 2009**	ТБ	IV	15	10+3	2+6	
Першин А.А. 2009**	ТБ	IV	28	5+3	1+3	
Erturer E 2010***	ТБ	IV	1	12	5+10	Одномоментная реконструкция из комбинированного доступа
Zhang HQ 2011**	ТБ	IV	10	5+4	3+1	
Heo W 2011***	НС	IV	1	6	1+1	MRSA флора
Wang XT 2012**	ТБ	IV	10	6+5	2+2	
Moon MS 2012**	ТБ	II B	33	8+7	5+8	
Zhang HQ 2012**	ТБ	IV	14	7+5	4+2	
Lan X 2013**	ТБ	IV	9	7	2+2	Все случаи - с исходными неврологическими расстройствами
He QY 2015***	ТБ	IV	36	9+2	4+4	
Zhang HQ 2015**	ТБ	IV	26	11	3+5	

Zhou T 2015 ***	ТБ	IV	5	14	1+10	Коррекция углового кифоза методом VCR
Wang YX 2016**	ТБ	IV	21	9+9	2+8	
Zeng H 2016***	ТБ	IV	12	10+6	2+10	
Abulizi Y 2017**	ТБ	IV	25	3+5	2+8	

*Примечание: \* - значения приведены в формате (год + месяц); \*\* - лечение с использованием хирургических методов (стабилизация передней колонны костными трансплантатами); \*\*\* - лечение с использованием хирургических методов (стабилизация передней колонны небиологическим трансплантатом - ТМС, заполненным аутокостью)*

## 1.1 Стандартизация хирургической тактики при инфекционных спондилитах

Хирургическое лечение инфекционных спондилитов за последние 10-15 лет претерпело значительные изменения, что обусловлено как стандартизацией клинико-лучевой оценки патологии, так и появлением тактических классификаций и современных технических решений, позволяющих планировать и проводить симультантные одномоментные операции (“one-paincosis surgery”), обеспечивающие не только удаление разрушенных тканей (“debridement”), но и реконструкцию с восстановлением опорности и стабильности всех трех колонн позвоночника.

Классификация инфекционных (туберкулезных) спондилитов Mehta J.S. с соавт. (2001) адаптирована для поражений грудного отдела позвоночника и базируется на МРТ картине вертебрального поражения (Таблица 4) [98]. В зависимости от типа деструкции, наличия деформации позвоночника и сопутствующей патологии, авторы предлагали различные варианты хирургических вмешательств, начиная от изолированной декомпрессии позвоночного канала из дорсального доступа (ляминэктомия) при деструкциях *группы D* до реконструкции 360° при поражениях *группы B*.

Таблица 4 – Классификация Mehta J.S. с соавт. (2001)

<i>Вариант деструкции</i>	<i>Характеристика группы</i>
<i>Группа А</i>	“стабильные” поражения передней колонны позвоночника, без кифотической деформации
<i>Группа В</i>	полисегментарные разрушения передней колонны, с формированием нестабильности и кифоза
<i>Группа С</i>	разрушения передней и задней позвоночных колонн в сочетании с тяжелой сопутствующей патологией
<i>Группа D</i>	изолированные разрушения задней колонны позвоночника

Существенными недостатками классификации являлось отсутствие критериев оценки неврологического статуса и состояния паравертебральных мягких тканей.

Заметно расширили оцениваемые параметры Oguz E. с соавт. (2008), включив в классификацию в качестве критериев не только протяженность деструкции, наличие деформации и нестабильности позвоночника, но и выраженность неврологического дефицита, состояние паравертебральных мягких тканей, наличие абсцессов и их распространенность (Таблица 5). Кроме того, авторы указывают на возможность классифицирования поражений любой локализации [103].

Таблица 5 – Классификация Oguz E. с соавт. (2008)

Тип поражения	Особенности поражения
<i>Tun I</i>	вовлечение одного межпозвонкового диска; инфильтрация паравертебральных мягких тканей без формирования абсцессов и неврологического дефицита
<i>Tun IA</i>	вовлечение одного позвонка без формирования абсцессов и неврологического дефицита
<i>Tun IB</i>	моноsegmentарное поражение с абсцессом, локализованным в паравертебральных мягких тканях
<i>Tun II</i>	один или два ПДС, с абсцессом и небольшой кифотической деформацией
<i>Tun III</i>	один или два ПДС, с абсцессом, выраженным кифозом и нестабильностью позвоночника

Несмотря на оценку дополнительных параметров и адаптации к уровню вертебрального поражения, отсутствуют рекомендации по тактике лечения.

Наиболее современная тактическая классификация пиогенных спондилитов включает три типа поражений - *A*, *B*, *C* - определяемых в зависимости от распространенности деструкции, наличия признаков нестабильности, эпидуральных абсцессов и выраженности неврологических расстройств (Таблица 6) [106].

Кроме того, в зависимости от типа спондилита, рекомендуется определенный вариант лечения, при этом при всех типах поражений проводится антибактериальная химиотерапия согласно общепринятым режимам [36].

Таблица 6 – Классификация пиогенных (неспецифических) спондилитов и алгоритм их лечения, Pola E. с соавт. (2017)

Тип	Костная деструкция	Признаки нестабильности	Эпидуральный абсцесс	Неврологический дефицит	Вовлечение паравертебральных тканей	Рекомендуемый алгоритм лечения
A. 1 <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	Иммобилизация в жестком ортезе
A. 2 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI)**
A. 3 <sup>3</sup>	-	-	-	-	+	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI)
A. 4 <sup>4</sup>	-	-	-	-	+	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI)
B. 1	+	-	-	-	-	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI)
B. 2	+	-	-	-	+	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI)
B. 3	+	+	-	-	+	Перкутанная / открытая стабилизация (CDI)
C. 1	+	-	+	-	-	Иммобилизация в жестком ортезе / перкутанная стабилизация (CDI) в сочетании с клинико-лучевым мониторингом патологии
C. 2	+	+	+	-	-	Удаление разрушенных тканей (debridement) + стабилизация (CDI)
C. 3	+	-	+	+	-	Удаление разрушенных тканей (debridement) + декомпрессия спинного мозга и его корешков
C. 4	+	+	+	+	-	Удаление разрушенных тканей (debridement) + декомпрессия спинного мозга и его корешков + стабилизация (CDI)

*Примечание: “-” отсутствие признака; “+” наличие признака; CDI – перкутанная транспедикулярная стабилизация, Cotrel- Dubousset instrumentation; A1<sup>1</sup> – дисцит; A2<sup>2</sup> – спондилодисцит; A3<sup>3</sup> – спондилодисцит с изолированным вовлечением паравертебральных тканей; A4<sup>4</sup> – спондилодисцит с моно- (A4.1) или билатеральным (A4.2) межмышечным абсцессом*

В свою очередь, *классификации инфекционных спондилитов у детей* носят сугубо описательный характер и не позволяют использовать их для предоперационного планирования и прогнозирования течения патологии. Единственная классификация туберкулезного спондилита у детей, предложенная Rajasekaran S. с соавт. (2011) включает 5 типов вертебральных поражений (Таблица 7) [110].

Таблица 7 – Классификация ИС у детей по Rajasekaran S. с соавт. (2011)

Тип	Характеристика
<i>апофизарный</i>	вовлечение двух смежных тел позвонков и межпозвонкового диска
<i>центральный</i>	поражение губчатого вещества тела позвонка с сохранением межпозвонкового диска
<i>передний</i>	поражение передних отделов тел, с формированием гранулемы под передней продольной связкой
<i>аппендикулярный</i>	вовлечение дуг, поперечных и остистых отростков
<i>артритический</i>	вовлечение фасеточных суставов

Использование классификации резко ограничено, характер туберкулезного спондилита основан только на анатомической картине деструкции, не учитывает признаки нестабильности, деформацию, неврологический дефицит и состояние паравертебральных мягких тканей.

Таким образом, отсутствует универсальная классификация инфекционных спондилитов у детей, позволяющая комплексно оценивать характер деструкции позвонков, параметры баланса позвоночника и определять оптимальный вариант лечения.

## **1.2. Особенности клинико-лучевой картины и показания к хирургическому вмешательству**

Неспецифические (пиогенные) спондилиты чаще носят моносегментарный характер (т.н. спондилодисциты), с развитием локальной кифотической деформации и нестабильности, формированием паравертебральных и эпидуральных абсцессов с частотой от 43 до 67% [53]. К характерным особенностями спондилитов туберкулезной этиологии (ТБС) у детей следует

отнести полисегментарный характер разрушения с вовлечением передней колонны позвоночника более, чем в 90% случаев, что ведет к быстрому развитию кифотической деформации, неизбежно прогрессирующей в процессе роста ребенка несмотря на консервативную антибактериальную химиотерапию [134].

К факторам, способствующим прогрессированию кифотической деформации, Rajasekaran S. (2012) относит следующие [109]:

1. возраст пациента до 10 лет,
2. полисегментарное разрушение,
3. вовлечение переходных зон позвоночника,
4. наличие исходной деформации 20° и более.

Благодаря компенсаторным возможностям детского организма, обильному кровоснабжению и резервным пространствам спинного мозга, частота неврологических нарушений у детей, даже на фоне угловых кифозов не превышает 10 - 15%, в то время как у взрослых достигает 60 - 70% [50, 100]. По мнению большинства авторов, занимающихся проблемой хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей, ведущим показанием к проведению операции является именно кифоз, формирующийся за счет разрушения передней колонны позвоночника [148].

Таким образом, абсолютными показаниями к хирургическому лечению инфекционных спондилитов у детей являются:

1. наличие деформации (чаще кифотической) и признаков нестабильности позвоночника,
2. выраженный болевой синдром,
3. развитие неврологических осложнений.

Кроме того, оперативное лечение показано в случае неэффективной консервативной (антибактериальной, противотуберкулезной) терапии с “хронизацией” процесса, однако сроки перехода острого заболевания в хронический четко не оговариваются.

### 1.3. Результаты хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей

Начиная с 1960-х годов прошлого столетия “золотым стандартом” хирургического лечения туберкулезных спондилитов становится операция, исходно разработанная Hodgson A.R. и Stock F.E. на базе клиники Гонконга. В СССР сходная операция была разработана Коваленко Д.Г. в Ленинградском институте хирургического туберкулеза. Вмешательство заключалось в удалении разрушенных тканей и выполнении переднего спондилодеза с использованием костного аутооттрансплантата [5, 68].

Uradhyay S.S. с соавторами (1993) проанализировали ближайшие и отдаленные результаты лечения 80 пациентов, оперированных по поводу активного туберкулезного спондилита с применением двух методик:

- группа 1: изолированное удаление разрушенных тканей, санация паравертебральных абсцессов, т.н. “debridement” ( $n_1 = 33$ , средний возраст - 5 лет 1 месяц),
- группа 2: радикальная реконструкция, включающая удаление разрушенных позвонков и передний костно-пластического спондилодез ( $n_2 = 47$ , средний возраст - 7 лет 6 месяцев).

Авторы отметили потерю интраоперационной коррекции у 84% больных первой группы, достигающей  $43,2^\circ$ , при этом, несмотря на преимущества радикальной реконструкции ( $p < 0,001$ ), потеря коррекции у пациентов второй группы достигала  $17^\circ$ , хотя и встретилась лишь в 12% наблюдений. Еще более показательны различия в частоте потери коррекции у пациентов обеих групп, оперированных на поясничном отделе, отмеченные в 92% (группа 1) и 31% (группа 2) соответственно. Дислокация костного трансплантата в зоне передней реконструкции, зарегистрированная у 4 больных, приводила к выраженной потере коррекции и необходимости выполнения ревизионных вмешательств. Максимальный срок отдаленного наблюдения в группах составил 12 месяцев, что не позволяет расценить представленные данные как окончательные в связи с



потенциальным риском дальнейшей потери коррекции и прогрессирования кифоза с развитием поздних послеоперационных осложнений [137].

Два клинических наблюдения хирургического лечения туберкулезного спондилита у 9-ти и 15-летних пациентов, опубликованные Jin D. с соавторами (2004) свидетельствовали о высоком риске рецидива деформации при использовании изолированного костного трансплантата для переднего спондилодеза в переходной грудопоясничной зоне. Спустя год и шесть месяцев после первичной операции, у 9-ти летнего пациента с исходным кифозом  $48^\circ$  по Cobb произошла полная потеря коррекции, потребовавшая ревизионного вмешательства [78].

В монорегиональном исследовании из Индии, базирующемся на данных о 19 детях с верифицированным туберкулезным спондилитом, были описаны манифестирующие симптомы заболевания, среди которых чаще встречалась локальная кифотическая деформация, субфебрильная лихорадка на фоне общей интоксикации организма в сочетании с формированием паравертебральных/эпидуральных абсцессов (гранулем), выявляемых по данным компьютерной томографии более, чем в 95% случаев. Среди локализаций поражений ведущее место занимали грудно-поясничные и пояснично-крестцовые спондилиты, в то время как вовлечение шейного отдела позвоночника в исследуемой группе не превышало 15%. В то же время, спондилиты шейной локализации были связаны с наибольшей частотой неврологических расстройств, достигшей 24%. Во всех случаях, несмотря на противотуберкулезную химиотерапию и ортезирование, вертебральная деструкция потребовала хирургического лечения, основным показанием к которому явились нарастающие в динамике неврологические расстройства. Авторы указали на необходимость расширенных реконструкций, включающих переднюю декомпрессию позвоночного канала в сочетании с костно-пластическим спондилодезом передней колонны, в сравнении с “паллиативными” ламин-/гемиляминэктомиями, не позволяющими обеспечить декомпрессию спинного мозга, коррекцию кифоза и стабилизацию позвоночника

[85].

Среди отечественных публикаций необходимо отметить диссертацию Коваленко К.Н. (1990) являющуюся на момент публикации единственным полноценным научным трудом, объединившим в себе все разработки в области хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей на территории РФ, прежде всего туберкулезной этиологии. Подробно описаны хирургические доступы к соответствующим отделам позвоночника, основные этапы радикально-реконструктивных операций, среди которых: вскрытие пре-, паравертебральных, эпидуральных абсцессов, тотальная резекция разрушенных тел позвонков и поликомпонентный передний спондилодез кортикальной аллокостью в сочетании с аутотрансплантатами из ребра или гребня подвздошной кости, надкостницей на сосудистой ножке или деминерализованной аллокостью. Применение указанных методик позволило предупреждать дальнейшее нарастание деформации позвоночника в 75%, а у 65% детей - уменьшить ее величину [6].

Суммируя результаты применения изолированных костных трансплантатов для переднего спондилодеза у детей с инфекционными спондилитами, стоит отметить основные недостатки метода: 1) высокая степень полной или частичной потери операционной коррекции деформации в послеоперационном периоде, достигающая 80%, 2) необходимость ревизионных вмешательств с целью коррекции баланса позвоночника.

Появление задней инструментальной фиксации, с одной стороны улучшило ближайшие результаты подобных вмешательств, снизив частоту потери операционной коррекции деформации. Однако, в отдаленном периоде, риск осложнений, связанных с костным трансплантатом в зоне передней реконструкции – его дислокация, перелом, лизис, прогрессирование деформации, даже на фоне стабильного костного блока в зоне передней реконструкции, значительно не уменьшился и достигал 35 ÷ 40%, что требовало проведения ревизионных вмешательств в связи с потерей операционной коррекции и высоким риском рецидива неврологических

расстройств [74].

Одну из наиболее редких локализаций инфекционных спондилитов у детей представляет кранио-вертебральный спондилит. Мушкин А.Ю. с соавторами (2008) привели два случая субокципитального поражения на фоне генерализованного туберкулезного процесса у детей 7,5 и 12 лет, отметив обширную костную деструкцию с ретрофарингеальным и эпидуральным абсцессами, а также тяжелые анатомо-биомеханические нарушения – кривошею, стеноз позвоночного канала, дислокацию задней полудуги атланта, базилярную импрессию с инклинацией зуба С2 и компрессией ствола мозга, в свою очередь приведшими к тетрапарезу и атаксии. В одном случае вмешательство выполнено из трансорального и заднего доступов, во втором – только из заднего. В обоих случаях проведена инструментальная краниоцервикальная фиксация с костным окципитоспондилодезом, причем у ребенка 12 лет регресс болевого синдрома и неврологических расстройств был достигнут уже на стадии превентивной установки Halo-cast аппарата (стабилизация краниовертебральной зоны погружной металлоконструкцией выполнена через два месяца в плановом порядке). В отдаленном периоде рецидива основного заболевания, развития нестабильности и нарастания неврологической симптоматики не отмечено [15].

Частота туберкулезного спондилита шейно-грудной локализации у детей существенно ниже в сравнении с краниовертебральной. Zhang H.Q. с соавторами (2011) обобщили результаты хирургического лечения 10 пациентов в возрасте от 3 до 9 лет. Средняя величина кифоза перед операцией составляла  $50,5^\circ$ , что было достоверно выше, чем при спондилитах других локализаций. Авторы выявили 100% развитие неврологических расстройств, которые распределились по типам шкалы Frankel с частотой В/С/Д = 1/5/4. Всем пациентам одномоментно выполнено хирургическое вмешательство с задней полисегментарной инструментальной фиксацией, обеспечившей коррекцию деформации до 65,3% от исходной величины. Ограниченный период отдаленного наблюдения (от 26 до 47 месяцев) не позволяет оценить степень потери коррекции в период пубертатного ростового скачка, кроме того, за рамками исследования остался и

вопрос об оптимальных сроках удаления ЗИФ [150].

Среди работ, посвященных хирургическому лечению туберкулезного спондилита у детей, наиболее крупной по числу наблюдений ( $n = 116$ ) являлась диссертация Мушкина А.Ю. (2000). Создание автором *теоретической модели кифоза* позволило определить факторы непосредственного и отсроченного действия, способствующие кифозированию позвоночника - сегментарная нестабильность передней колонны позвоночника и ее относительное укорочение вследствие разрушения или аномалии позвонков; перегрузочная спондилопатия, проявляющаяся преждевременным закрытием зон роста тел в парагипбарной зоне и опережающий рост задней колонны позвоночника. Разработанные принципы хирургической коррекции кифозов - увеличение длины передней колонны позвоночника, обеспечение ее стабильности, укорочение относительной длины задней колонны эндокорректорами компрессионного типа с задним костным спондилодезом фактически предварили появление классификации остеотомий позвоночника по Schwab F. (2014) [124]. Использование разработанных принципов позволило добиться регресса неврологических расстройств в 77,8% случаев, с наилучшими показателями в условиях исходной миелопатии типа С и D по Frankel (92,3%) в сравнении с типами А и В по Frankel (40%) [13].

Диссертационное исследование Першина А.А. (2007), посвященное хирургическому лечению детей с туберкулезным спондилитом, осложненным грубой кифотической деформацией (более  $50^\circ$ ) базировалось на оценке послеоперационных результатов 61 вмешательства, выполненного у 53 детей, в подавляющем большинстве - дошкольного возраста ( $n = 39$ ). Несмотря на наличие во всех случаях грубого кифоза, неврологический дефицит имелся только в 30,2%. Выполнено сравнение отдаленных результатов 4 вариантов радикально-реконструктивных вмешательств - без инструментальной фиксации (19 пациентов), с использованием дистрактора Харрингтона (9), двух контракторов с концевыми опорами (13) и полисегментарных реконструкций с многоуровневой фиксацией (20), в т.ч. у 13 больных сопровождавшейся

клиновидной вертбротомией с оригинальной методикой переднего костного спондилодеза. Автор выявил наибольшую эффективность коррекции и наименьшее число осложнений при полисегментарных реконструкциях с многоуровневой фиксацией, при котором, тем не менее, суммарная частота неудовлетворительных результатов в ближайшем и отдаленном периодах достигала 17,6% [23].

Однако, следует отметить, что учитывая интенсивные темпы прироста размеров позвоночника у ребенка, особенно в периоды т.н. ростовых скачков (англ. growth spurt), первый из которых соответствует возрасту 3 - 5 лет, а второй – 13 - 15 лет, протяженная задняя инструментальная фиксация не только потенциально способствует развитию преждевременной дегенерации межпозвонковых дисков внутри зоны инструментации, но и значительно ограничивает возможность полноценного осевого роста.

Когортное исследование Schulitz K.P. с соавторами (1997) включало результаты операций по поводу туберкулезного спондилита у 117 детей. Во всех случаях выполнены полисегментарные реконструкции на двух (63 случая), трех (37) и 4 и более (17) позвоночно-двигательных сегментах. Исследуемые группы были сформированы с учетом операционной техники: изолированный передний костно-пластический спондилодез ( $n_1 = 49$ ), изолированный задний костно-пластический спондилодез ( $n_2 = 20$ ), комбинированная реконструкция  $360^\circ$  ( $n_3 = 28$ ), передний дебридмент без спондилодеза ( $n_4 = 20$ ). В работе подробно освещена динамика степени потери коррекции деформации, а также изменения интенсивности осевого роста зоны реконструкции и смежных интактных сегментов. Наилучшие показатели сохранения коррекции продемонстрировали пациенты, оперированные в объеме  $360^\circ$ , однако, по мере увеличения протяженности реконструкции, степень потери увеличивалась. В остальных группах потеря коррекции в среднем достигала от  $11^\circ$  до  $23^\circ$ , а замедление осевого роста позвоночника - от 25 до 32%, что оказалось статистически достоверно связано между собой ( $p < 0,05$ ). Авторы отметили высокий риск негативных результатов использования костных трансплантатов для реконструкции

позвоночника, в первую очередь из-за потери операционной коррекции и замедления роста позвоночника [122].

Данные о негативном влиянии протяженной задней инструментальной фиксации на состояние межпозвонковых дисков внутри зоны фиксации после коррекции туберкулезных кифозов у детей отражены в единственной публикации [25]. Развитию дегенеративно-дистрофических изменений могло бы препятствовать раннее удаление опорных металлоконструкций, но только в случае зрелого костного блока в зоне передней реконструкции, что, как правило, занимает не менее 1,5 – 2 лет.

Одним из технических вариантов коррекции кифотических деформаций позвоночника у детей на фоне инфекционных спондилитов является выполнение вертебротомий на вершине деформации из изолированного дорсального доступа. К ним относятся методики PSO (англ. Pedicle subtraction osteotomy) и VCR (англ. Vertebral column resection), позволяющие эффективно обеспечить коррекцию деформации соответственно на  $30^\circ \div 40^\circ$  (PSO) и  $49^\circ \div 80^\circ$  (VCR). Подобные вмешательства относятся к 3 – 6 типам вертебротомий согласно классификации Schwab F. (2014) [124].

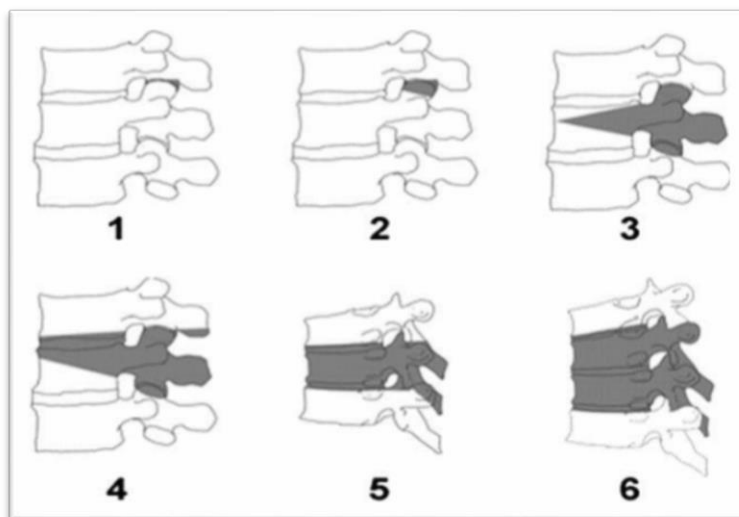


Рисунок 2 – Вертебротомии позвоночника по Schwab F. (2014)

Zhou T. с соавторами (2015) провели анализ результатов VCR у детей ( $n = 17$ ) при угловых кифозах на фоне туберкулезного спондилита. Результаты исследования свидетельствовали о хорошей коррекции деформации (в среднем

на  $68.7\% \pm 6.5\%$ ), однако высокой травматичности операции, обусловленной большим объемом кровопотери ( $M = 2\ 218$  мл) и продолжительностью вмешательства (6 ч. 4 мин.) [152]. Модифицированный вариант задней вертебротомии через корень дуги позвонка (Modified PSO) позволил у 26 детей в возрасте  $11 \pm 5$  лет с пост-туберкулезными угловыми кифозами снизить время операции ( $M = 4$  ч. 16 мин.) и кровопотерю ( $M = 870$  мл). Однако, при пересчете абсолютных показателей кровопотери на относительные, результат соответствует 40% от ОЦК, что требует обязательного восполнения с использованием кровезамещающих препаратов - цельной крови или ее компонентов. Кроме того, для реконструкции пострезекционного межтелового дефекта авторы во всех случаях проводили редукцию длины позвоночника, компенсируя диастаз только за счет компрессии опорных точек дорсальных систем [71].

Таким образом, потеря коррекции при использования изолированных костных трансплантатов, его дислокация, резорбция, нарушение остеоадаптации, регенерации, и, как следствие, замедление формирования костного блока в зоне блокируемых позвонков даже в условиях стабильной задней инструментальной фиксации - основной недостаток методики [45]. Использование дорсальных укорачивающих вертебротомий, несмотря на эффективную коррекцию деформации, сопряженно с большим временем операции и кровопотерей, а также необходимостью укорочения позвоночника и длительной задней инструментальной стабилизацией, практически полностью исключающей полноценный дальнейший рост ребенка [22]. Именно эти отрицательные моменты индуцировали поиск возможности оптимизации методики передней реконструкции в хирургии инфекционных спондилитов у взрослых и детей, целью которого, с одной стороны, явилось снижение частоты осложнений, с другой – ускорение процесса адаптации и перестройки зоны переднего спондилодеза, способного сократить протяженность и длительность задней инструментальной фиксации.

Наиболее перспективным представилось применение обеспечивающих

надежную стабильность передней колонны титановых блок-решеток (мешей), обладающих высокой прочностью, биоинертностью и возможностью дополнительного заполнения остеиндуктивным материалом (аутокость, биокомпозиты) для стимуляции остеорепарации и достижения зрелого переднего блока.

Титановые блок-решетки (“сетки”, “мешки”) предложены Harms J. в 1986 г., представляют собой полую трубку округлого или овального сечения, стенка которой имеет сетчатое строение с различной величиной клетки. Первое сообщение об эффективном применении титановых мешей в хирургии позвоночника у взрослых, Grob D. с соавторами (2005) свидетельствует о резком снижении частоты псевдоартрозов, потребовавших ревизионных вмешательств лишь в 1,3% (два случая на 150 операций). При этом у 12 пациентов (8%) спустя 9 месяцев после операции по данным компьютерной томографии авторы выявили проседание каудального конца имплантата в тело блокируемого позвонка, что, однако, не привело к развитию нестабильности и болевого синдрома. По мнению авторов, проседание титанового меша в послеоперационном периоде является обычным явлением (“common phenomenon”), требующим коррекции лишь в случае прогрессирования с развитием вертебральной нестабильности [61].

О минимальной, не превышающей  $2^\circ$  ( $M = 0,6^\circ$ ), потере операционной коррекции при использовании заполненных аутокостью титановых мешей свидетельствует когортное исследование, проведенное у 25 последовательно оперированных больных с моноsegmentарными неспецифическими пиогенными спондилитами. Наличие стабильной передней фиксации позволило авторам отказаться от полиsegmentарной ЗИФ, в среднем сократив число блокируемых позвоночно-двигательных сегментов до 2 [83].

Высокую эффективность использования титановых мешей с аутокостью в сравнении с изолированными костными аутооттрансплантатами для передней реконструкции при пиогенных спондилитах у взрослых подтверждает сокращение сроков стационарного лечения в послеоперационном периоде на



58%, сокращение числа послеоперационных осложнений в два раза и лучшая коррекция кифотической деформации, достигающая 5-ти кратного объема ( $p_1 = 0,0009$ ) с существенно более низкой степенью потери коррекции в отдаленном периоде ( $p_2 = 0,0006$ ) [66]. Данные о применении ТМС при пиогенных спондилитах у взрослых свидетельствуют о потере операционной коррекции деформации, не превышающей  $10^\circ$  (от  $0,6^\circ$  до  $10^\circ$ ) при среднем времени формирования костного блока в зоне передней реконструкции 12,5 месяцев [52, 68, 105].

Освещая результаты лечения туберкулезного спондилита у взрослых с использованием переднего спондилодеза аутокостью и ЗИФ (34 операции) и таких же вмешательств, но с применением ТМС, заполненной аутокостью (34 операции), Garg В. с соавторами (2015) подтвердили статистически достоверно лучшую коррекцию кифоза и меньшую степень ее потери во втором случае (52,3% и 72,8%;  $3,8^\circ$  и  $2,1^\circ$  соответственно) ( $p < 0,001$ ). Функциональный статус больных в послеоперационном периоде, оцененный по шкале Prolo (The Prolo Scale), также был выше у пациентов второй группы [58].

Систематический обзор Korovessis Р. с соавторами (2016) обобщил все случаи применения ТМС в хирургии пиогенных спондилитов у взрослых ( $n_1 = 192$ ). Общий процент осложнений со стороны титанового трансплантата составил 3,2% ( $n_2 = 6$ ), и в первую очередь был связан с дислокацией в раннем послеоперационном периоде. Авторы рекомендуют применять ТМС для достижения хороших клиничко-рентгенологических результатов в раннем и позднем послеоперационном периодах [84].

Значительно ограничивает в настоящее время применение монокомпонентных костных трансплантатов в хирургии спондилита у детей полисегментарность разрушений. Вовлечение 2 и более ПДС сопровождается угловой кифотической деформацией, требующей обязательной коррекции и протяженной передней и задней фиксации. Протяженные пострезекционные дефекты передней колонны ухудшают условия для адаптации и остеоинтеграции костных трансплантатов, оставляя лишь небольшую контактную площадку

между блокируемыми позвонками и концами трансплантата, что ухудшает возможность его реваскуляризации, способствуя формированию псевдоартроза, частота которого при полисегментарных реконструкциях позвоночника в условиях ТБ спондилита достигает 19% [107]. Применение ТМС комбинированного с аутокостью сводит процент указанных осложнений к минимуму: так, в ходе 4-х летнего наблюдения 28 пациентов, оперированных по указанной методике, псевдоартроз не зарегистрирован ни в одном случае [151].

Несмотря на большое количество публикаций, касающихся применения ТМС в хирургии инфекционных спондилитов у взрослых, сведения о возможности их применения у пациентов детского возраста единичны. Более того, в ходе систематического обзора не удалось найти ни одного исследования, соответствующего IIВ классу доказательной медицины и выше (когортные исследования, систематические обзоры).

Общее число описанных в литературе случаев применения ТМС при ИС у детей составляет 55 наблюдений, подавляющее большинство из которых ( $n = 54$ ) касается туберкулезного спондилита. Крупнейшая серия He Q.Y. с соавторами (2015) обобщила результаты лечения 54 детей в возрасте от 2 до 18 лет ( $M = 9$  лет 2 мес.), у 36 из которых использован ТМС с аутокостью. Перед операцией кифотическая деформация, в среднем, составляла  $62.2^\circ \pm 3.7^\circ$ ; выраженность болевого синдрома, оцененная по шкале ВАШ, а также функциональный статус детей, оцененный с использованием опросника ODI соответствовали  $7.8 \pm 1.7$  и  $77.5 \pm 17.3$  баллов соответственно. Послеоперационные показатели исследуемых параметров были следующими: кифоз =  $37^\circ \pm 2.4^\circ$ ; болевой синдром =  $3.2 \pm 2.1$  баллов; функциональный статус =  $28.4 \pm 15.9$  баллов ( $p < 0,05$ ). У 18 больных с изолированным костным передним спондилодезом зарегистрировано 5 случаев потери операционной коррекции кифоза и 5 случаев развития РЖК (англ. Proximal junctional kyphosis). В то же время, при использовании ТМС выявлено лишь 3 осложнения (один случай прогрессирования основного заболевания и два - мальпозиции транспедикулярного винта), ни одно из которых не связано непосредственно с зоной передней стабилизации [65].

Имеется единственная зарубежная публикация, свидетельствующая об эффективном применении ТМС с аутокостью для переднего спондилодеза при субаксиальном туберкулезном спондилите у детей (12 пациентов, средний возраст – 10 лет 6 мес.  $\pm$  2 года 6 мес.). Кифотическая деформация шейного отдела позвоночника до операции, в среднем, достигала  $41.4 \pm 5.2^\circ$ , болевой синдром соответствовал  $6.6 \pm 1.6$  баллам по ВАШ, а неврологические расстройства зарегистрированы в 58,3% наблюдений (Frankel тип В – 2 ребенка, тип С – 3 ребенка, тип D – 2 ребенка). Все вмешательства выполнены из комбинированного (передне-заднего) доступа в объеме одномоментного удаления разрушенных позвонков, абсцессов, переднего спондилодеза и задней инструментальной фиксации. Время операции и кровопотеря составили  $215.0 \pm 102.0$  мл и  $114.6 \pm 36.0$  мин. соответственно. Улучшение неврологического статуса от полного регресса расстройств (5 случаев) до сохранения минимальных нарушений (тип D по Frankel, n = 2) наблюдалось во всех случаях. Отмечена полноценная коррекция кифоза (до  $-4.9 \pm 4.9^\circ$ ) с минимальной потерей ( $0.6 \pm 1.4^\circ$ ) спустя 34 месяца от момента операции при полном отсутствии осложнений как в раннем, так и в позднем послеоперационном периодах [147].

### Заключение

Анализ отраженной в найденных источниках информации позволяет сформулировать основной вопрос, объясняющий обоснованность запланированного исследования: действительно ли применение комбинированных небиологических трансплантатов (титановая блок-решетка и аутокость) для передней реконструкции позвоночника при инфекционных спондилитах у детей является безопасным и позволяет существенно улучшить результаты лечения?

Недостатками (ограничениями) существующих исследований, не позволяющими однозначно ответить на него, являются:

- малочисленность наблюдений – максимальная опубликованная клиническая серия включает лишь 36 детей с туберкулезным

спондилитом;

- ограниченный максимальный срок отдаленного наблюдения для активно растущего организма - 4 года 4 месяца;
- отсутствие сведений о динамике формирования переднего костного блока в таких условиях и рекомендаций по показаниям и срокам удаления задней инструментальной фиксации;
- отсутствие данных о факторах развития послеоперационных осложнений реконструкций позвоночника у детей в условиях инфекционных спондилитов.

## ГЛАВА II

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 2.1. Дизайн исследования

Дизайн соответствует ретроспективно-проспективной моноцентровой когорте со сроком отдаленного наблюдения не менее 3-х лет, что относится к уровню доказательности II B [40].

Согласно принципам доказательных клинических исследований, диссертация выполнена с использованием двух протоколов [108]:

- 1) сравнительная часть, протокол “PICO”, где:
  - P (*patients*): пациенты – дети с инфекционными спондилитами;
  - I (*intervention*): процедура – реконструкция позвоночника;
  - C (*comparison*): сравниваемый параметр – вариант переднего межтелового спондилодеза;
  - O (*outcomes*): анализируемые отдаленные результаты – клинические и лучевые параметры.
- 2) анализ факторов риска послеоперационных осложнений, протокол “PRO”, где:
  - P (*patients*): пациенты – дети с инфекционными спондилитами;
  - P (*prognostic factors*): потенциальные факторы – уровень поражения, этиология заболевания, пол, возраст пациентов, число разрушенных ПДС, материал для переднего спондилодеза;
  - O (*outcomes*): частота и структура послеоперационных осложнений.

#### Критерии включения в исследование:

- единство места оперативного лечения – Клиника детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России;
- время первичной операции в ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России с января 2005 по 31 декабря 2015 гг.;

- возраст на момент операции – до 18 лет;
- наличие инфекционного спондилита, верифицированного бактериологическим, в т.ч. молекулярно-генетическим, или морфологическим методом;
- объем операции, соответствующий принятому в РФ понятию “радикально- реконструктивная операция”, включающему удаление патологических тканей и разрушенных тел позвонков, а также передний спондилодез;
- предшествовавшая хирургическому лечению консервативная антибактериальная терапия препаратами широкого спектра действия (при пиогенных спондилитах) или противотуберкулезная химиотерапия (при туберкулезных спондилитах), проводимая согласно современным рекомендациям по ведению спондилитов в течении не менее 2-х месяцев с момента постановки диагноза – за исключением случаев нарастающих неврологических осложнений, когда операция проводится независимо от длительности медикаментозной терапии [56, 119];
- послеоперационный катамнез, прослеженный в сроки не менее 3-х лет;
- наличие полноценного лучевого (рентгенологического, компьютерно-томографического) архива.

**Критерий исключения:**

- поражения атланта-аксиальной зоны (Ос-С1-С2).

В анализ включены данные последовательно оперированных 197 пациентов, отвечающих указанным критериям. Источник получения информации: данные истории болезни (анамнез, протоколы операций, карты анестезиологического пособия, заключения инструментальных исследований, бактериологических и гистологического исследования операционного материала), результаты лучевого обследования (рентгенограммы позвоночника в

прямой и боковой проекции, компьютерная томография позвоночника, магнитно-резонансная томография позвоночника).

Схема исследования представлена на рисунке 3.

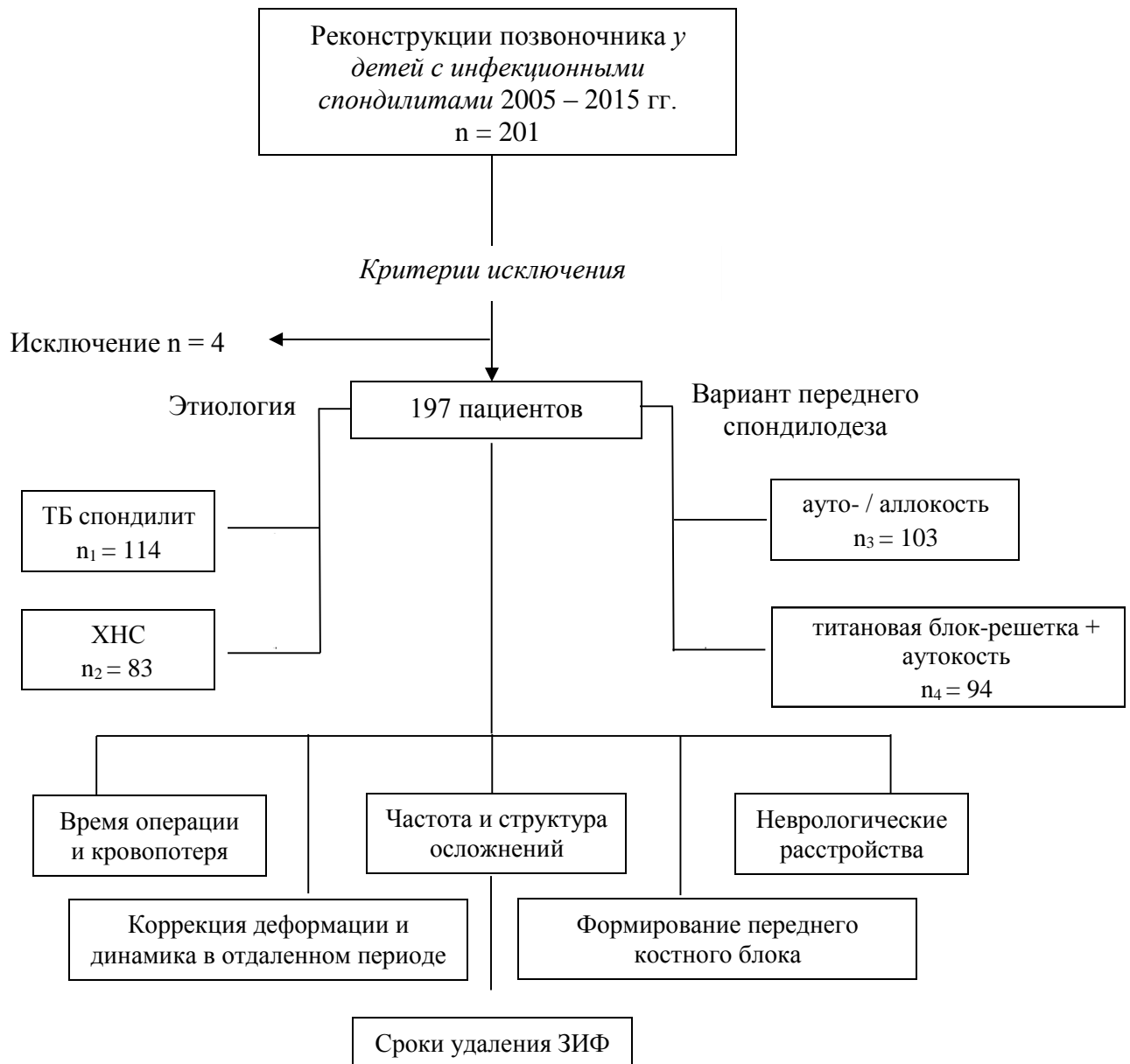


Рисунок 3 – Схема исследования

Давность заболевания с момента манифестации первых клинических проявлений вертебрального синдрома к моменту операции у всех больных составила не менее 4 месяцев. Средний возраст детей на момент операции -  $12,3 \pm 4,6$  лет (минимум 8 мес., максимум 17 лет).

Ранжирование по возрастным группам произведено согласно периодизации детского возраста по Гундобину Н. П. [2] с выделением:

- раннего детского (до 3 лет 11 месяцев 30 дней),
- дошкольного (4 года - 6 лет 11 месяцев 30 дней),
- младшего школьного (7 лет - 11 лет 11 месяцев 30 дней),
- старшего школьного (12 лет - 17 лет 11 месяцев 30 дней) возраста.

Возрастное ранжирование представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Возраст пациентов на момент операции

Возраст		Число больных
Ранги	Критерии рангов (полных лет)	
Ранний детский	$\leq 3$	44
Дошкольный	$4 \leq \dots \leq 6.$	37
Младший школьный	$7 \leq \dots \leq 11.$	47
Старший школьный	$12 \leq \dots \leq 17$	69
Всего		197

Распределение больных с учетом уровня поражения позвоночника представлено на рисунке 4.

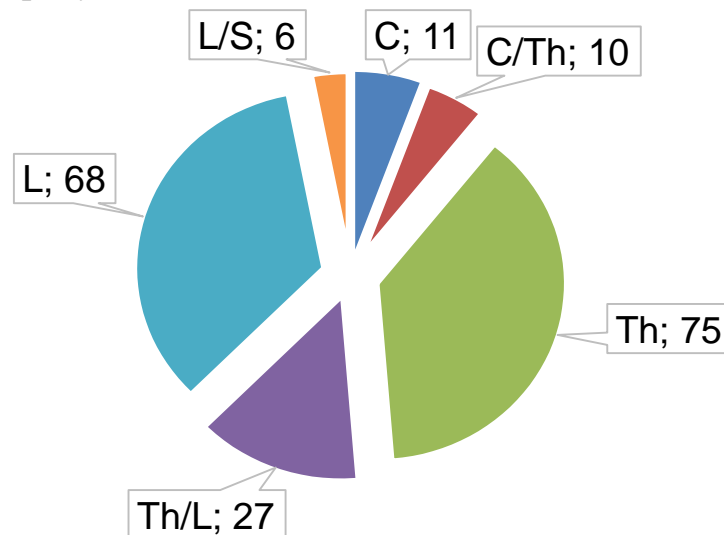


Рисунок 4 – Локализация инфекционных поражений позвоночника с учетом уровня передней реконструкции: С – шейный отдел, С/Th – шейно-грудной отдел, Th – грудной отдел, Th/L – грудопоясничный отдел, L – поясничный, L/S – пояснично-крестцовый

К поражениям шейных позвонков (С) отнесены операции, при которых



реконструкция не выходила за пределы зоны С3-С7 позвонков, грудных – Th1-12, поясничных – L1-5. С учетом биомеханических особенностей выделены переходные зоны реконструкции позвоночника - С/Th (шейно-грудная), Th/L (грудно-поясничная) и L/S (пояснично-крестцовая), к которым отнесены реконструкции, перекрывающие указанные сегменты.

#### *Нозологическая структура когорты.*

Этиологическая верификация осуществлена по результатам бактериологического (микроскопия, посевы на среде ВАСТЕС, в т.ч. RT PCR) и/или гистологического исследования операционного материала.

Согласно результатам, пациенты распределены следующим образом:

- туберкулезный спондилит ( $n_1 = 114$ );
- хронический неспецифический спондилит ( $n_2 = 83$ ).

*Показания к реконструкции позвоночника включали следующие компоненты:*

- 1) наличие деструкции позвонков,
- 2) отсутствие эффекта от антибактериальной терапии, проводившейся на протяжении не менее 2 месяцев,
- 3) наличие признаков нестабильности позвоночника в виде появившейся или прогрессирующей деформации ( $20^\circ$  по Cobb и более) или провоцируемого движением болевого синдрома (5 и более баллов по ВАШ),
- 4) неврологические расстройства, соответствующие типам А – D по шкале Frankel [55].

#### *Принципы хирургического вмешательства.*

*Операционный доступ.* Выбор хирургического доступа к телам позвонков осуществляли в зависимости от локализации поражений в соответствии с ранее описанными подходами [11]:

- передне-шейный доступ использовали при разрушениях шейных позвонков;
- трансторакальный транскостальный задне-боковой (через ложе ребра) – при деструкциях в грудном и груднопоясничном отделах;
- боковой ретроперитонеальный – при реконструкции в поясничном (ниже L1) и пояснично-крестцовом отделах позвоночника.

При вмешательствах на шейно-грудной (C/Th) зоне доступ определяли индивидуально с учетом уровня преимущественного поражения и выраженности деформации позвоночника: использовали шейный боковой, задний срединный и задне-боковой доступ в лопаточно-позвоночном промежутке в зависимости от особенностей деструкции и накапливаемого опыта вмешательств на этом отделе позвоночника.

Первый этап реконструкции заключался в удалении разрушенных позвонков и тканей, включая санацию пре-/паравертебральных, эпидуральных абсцессов, декомпрессию спинного мозга и его корешков и передний спондилодез, второй – в выполнении задней инструментальной фиксации.

До 2011 года в Клинике детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России для переднего межтелового спондилодеза использовали свободные кортикальные (в т.ч. бикортикальные) костные трансплантаты - распилы кортикальной кости, ауторребра, крыло подвздошной кости - данная методика подробно описана [11]. С 2011 использовали титановую блок-решетку, заполненную костным ауотрансплантатом - фрагментами ауторребра (при операциях из трансторакального доступа) или гребня подвздошной кости (при поясничном и шейном доступе).

Заднюю инструментальную фиксацию (ЗИФ) позвоночника проводили с использованием транспедикулярных, ламинарных или гибридных конструкций третьего поколения (Cotrel-Dubousset Instrumentation), адаптированных для конкретной возрастной и весовой группы (диаметр стержней 3,5, 4,5 и 5,5 мм).

Абсолютными показаниями к ЗИФ являлись:

- а) реконструкции протяженностью 2 и более ПДС (3 и более позвонков в переднем блоке);
- б) исходная кифотическая деформация 20° и более.

Всего ЗИФ выполнена в 162 случаях, в т.ч. у всех детей, оперированных в клинике до 2011 года, т.е. с применением для переднего спондилодеза изолированных костных трансплантатов.

В 195 наблюдениях реконструкция позвоночника выполнена в один хирургический этап (“one-narcosis surgery”).

У двух пациентов выполнены этапные хирургические вмешательства:

- в одном случае, в связи с тяжелым общим состоянием (наличие гемолитической анемии), ранним возрастом пациента (первичная операция проведена в возрасте 2 лет) и высоким анестезиологическим риском (IV класс по ASA) принято решение на первом этапе выполнить реконструкцию передней колонны, а спустя две недели заднюю инструментальную фиксацию позвоночника;
- в одном случае генерализованного туберкулеза: первичный туберкулезный комплекс правого легкого (фаза инфильтрации и распада), туберкулезный спондилит C5-Th4, осложненный эпидуральным и внутригрудными абсцессами, туберкулезный остит правой таранной кости, осложненный свищем, выполнено этапное хирургическое лечение. На первом этапе осуществлена установка Гало-аппарата, резекция разрушенных позвонков, санация эпидурального и внутригрудных абсцессов, в сочетании с задней инструментальной фиксацией. Через 12 дней выполнен передний спондилодез титановой блок-решеткой с аутокостью и демонтаж Гало- аппарата.

## 2.2. Характеристика пациентов в исследуемых группах

В соответствии с задачами исследования сформированы две группы в зависимости от материала, использованного для переднего спондилодеза:

- *группу 1, “костный спондилодез” (КС)* составили 103 ребенка, у которых для передней реконструкции использован только свободный костный аутотрансплантат.
- *группу 2, “меш+костный спондилодез (ТМС+АК)”* – 94 пациента, которым пострезекционный межтеловой дефект замещен титановой блок-решеткой с аутокостью.

При сравнении групп по вариантам переднего спондилодеза группа 1 рассматривается как группа контроля, группа 2 – как основная исследуемая.

Общая этиологическая и хирургическая характеристика включенных в исследование пациентов приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Групповая характеристика пациентов

Группа (вариант передней реконструкции)	Этиология		Протяженность передней реконструкции				Катамнез (М ± м)* лет + мес
			1 ПДС		≥ 2 ПДС		
	ТБ	ХНС	ТБ	ХНС	ТБ	ХНС	
КС	65	38	12	27	45	19	9 л. 11 м. ± 1 г. 3 м.
ТМС + АК	49	45	5	30	52	7	5 л. 6 м. ± 1 г. 1 м.
Всего	114	83	17	57	97	26	8 л. 8 мес. ± 1 г. 2 м.

Примечание: \*  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее значение,  $m$  – стандартное отклонение

### **Группа 1. Передний спондилодез с применением изолированного костного трансплантата.**

Согласно критериям включения, в группу вошли 103 ребенка, средний возраст которых на момент операции составил 11 лет 7 мес. ± 4 г. 9 мес. (min 7 мес., max 17 лет 6 мес.). Возрастное ранжирование детей представлено в таблице

10, локализация поражений – на рисунке 5.

Таблица 10 – Возрастное ранжирование пациентов группы 1

Возраст		Число больных
Ранги	Критерии рангов (полных лет)	
Ранний детский	$\leq 3$	26
Дошкольный	$4 \leq \dots \leq 6$	20
Младший школьный	$7 \leq \dots \leq 11$	26
Старший школьный	$12 \leq \dots \leq 17$	31
Всего		103

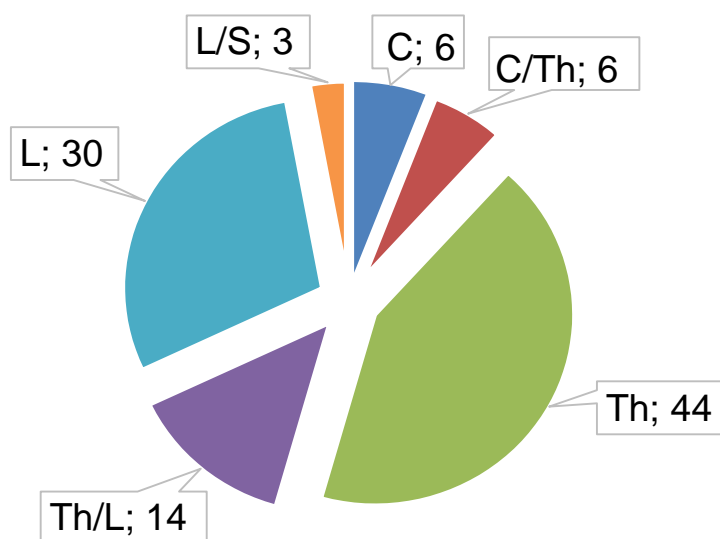


Рисунок 5 – Локализация вертебральных поражений у детей в группе 1

С учетом этиологической верификации, пациенты внутри группы 1 распределились следующим образом:

- группа 1а ( $n_3 = 65$ ) – туберкулезный спондилит;
- группа 1б ( $n_4 = 38$ ) – неспецифический спондилит.

Средняя продолжительность наблюдения отдаленных результатов после операции в группе 1 составила 9 лет 11 мес.  $\pm$  1 год 3 мес.

**Группа 2. Комбинированный передний спондилодез с использованием титановой блок-решетки, заполненной аутокостью.**

Согласно критериям включения, в группу вошли 94 пациента, средний возраст которых на момент операции составил 13 лет 6 мес.  $\pm$  6 лет 7 мес. (min 8 мес.; max 17 лет 11 мес.). Ранжирование пациентов по возрастной периодизации

представлено в таблице 11, а распределение по уровням поражений на рисунке 6.

Таблица 11 – Возрастное ранжирование пациентов группы 2

Возраст		Число больных
Ранги	Критерии рангов (полных лет)	
Ранний детский	$\leq 3$	18
Дошкольный	$4 \leq \dots \leq 6.$	19
Младший школьный	$7 \leq \dots \leq 11.$	21
Старший школьный	$12 \leq \dots \leq 17$	36
Всего		94

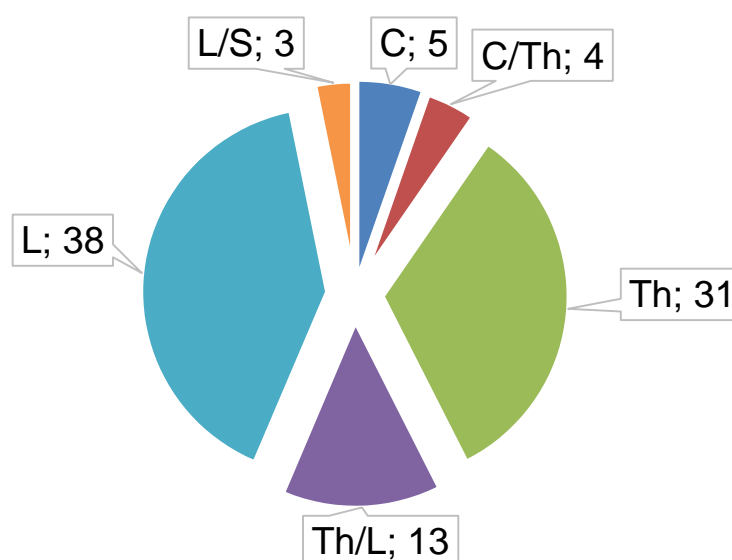


Рисунок 6 – Локализация вертебральных поражений в группе 2

С учетом этиологической верификации, распределение пациентов внутри группы 2 оказалось следующим:

- группа 2а ( $n_5 = 49$ ) – туберкулезный спондилит;
- группа 2б ( $n_6 = 45$ ) – хронический неспецифический спондилит.

Средняя продолжительность наблюдения отдаленных результатов в группе 2 составила ( $M \pm m$ ) 5 лет 6 мес.  $\pm$  1 год 1 мес.

Пациенты в группах исследования сопоставимы по следующим параметрам: 1) возраст; 2) локализация вертебральных поражений; 3) протяженность передней реконструкции; 4) этиология заболевания.

### *Клиническая характеристика пациентов, вошедших в исследование.*

Ведущим клиническим симптомом, имевшим место у пациентов с диагнозом “*туберкулезный спондилит*”, явилась кифотическая деформация (94 пациента, 82,4%), замеченная родителями в сроки от 2 до 5 мес. (3 мес.  $\pm$  1 мес.) с момента появления первых симптомов заболевания. Среди других симптомов наиболее часто встречались подъем температуры до субфебрильных цифр (84 пациента, 73,6%) и факт провоцирующей травмы (65 пациентов, 57,5%) в анамнезе. У большинства пациентов с верифицированным диагнозом *неспецифического спондилита* (62 пациента, 74,7%) преобладали жалобы на выраженный болевой синдром, субъективно достигавший 5 - 7 баллов по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), по поводу чего больные получали обезболивающие препараты, как правило - нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) на протяжении 1 месяца и более (максимальная продолжительность 3 месяца).

Ведущий лучевой синдром инфекционных спондилитов – синдром вертебральной деструкции, заключающийся в разрушении позвонков *с* или *без* вовлечения паравертебральных мягких тканей, формированием абсцессов и развитием нестабильности позвоночника. У больных туберкулезным спондилитом полисегментарный характер деструкции (вовлечение 2 и более позвоночно- двигательных сегментов) отмечен в 75,4% ( $n_7 = 86$ ). У пациентов с неспецифическим спондилитом чаще (71,1%,  $n_8 = 59$ ) регистрировалось моновертебральное (один позвонок) или моносегментарное (контактные зоны двух позвонков одного ПДС, т.н. “спондилодисцит”) поражение.

## **2.3. Методы исследования**

### *1. Клинический метод*

В ходе анализа медицинской документации для каждого пациента изучены следующие клинические параметры: характер жалоб и особенности анамнеза заболевания, с выделением ведущих симптомов, а также сроков их появления;

выраженность болевого синдрома, оцененная по шкале ВАШ; состояние неврологического статуса до и после операции, оцененное по шкале Frankel (компонент А – Е стандарта ASIA), длительность операции (в минутах).

Абсолютный объем кровопотери (в миллилитрах) оценен гравиметрическим методом (потери в аспиратор и салфетки). Относительный объем кровопотери (в % от объема циркулирующей крови, ОЦК) оценен как отношение абсолютной кровопотери к расчетному возрастнo-весовому показателю ОЦК.

## 2. Лучевой метод

Всем пациентам, вошедшим в исследование, выполнены рентгенограммы позвоночника в двух проекциях (прямая и боковая), по результатам которых оценивали: характер костной деструкции, локализацию вертебрального поражения, число разрушенных ПДС, величину сколиотического и кифотического компонентов деформации (в градусах по Cobb).

Компьютерную томографию выполняли на мультidetекторном компьютерном томографе Toshiba «Aquilion-32». Параметры сканирования при проведении КТ: напряжение на трубке 120 kV, сила тока 100 мА, толщина среза 1,0 мм, матрица изображения 512×512, время вращения трубки 0,5 с, pitch 0,8. Компьютерную томографию проводили до операции с целью: 1) уточнения особенностей характера вертебральной деструкции (оценка состояния кортикальных замыкательных пластинок, наличие разрушения стенок позвоночного канала), 2) планирования хирургического вмешательства (расчет линейных размеров зоны вертебротоми, высоты и диаметра ТМС).

Компьютерную томографию проводили после операции для оценки динамики формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза, с применением 5-балльной оценочной шкалы [1]. Методика оценки компьютерных томограмм, а также анализируемые критерии представлены на рисунке 7 и в таблице 12.



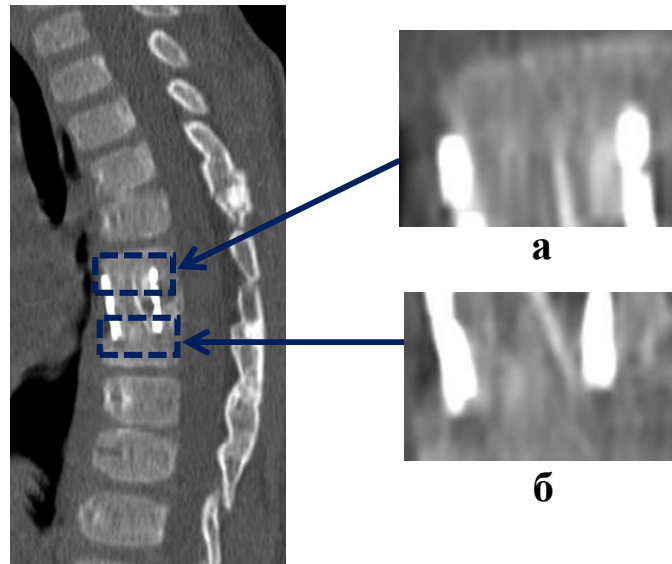


Рисунок 7 – Методика оценки выраженности костного блока: а – краниальный блокируемый сегмент, б – каудальный блокируемый сегмент

Анализ проводили по КТ срезу, на котором зона контакта между позвонком и трансплантатом / имплантатом лучше всего визуализируется, что соответствует наиболее высокому баллу.

Оценку осуществляли через 6 и 12 месяцев после реконструктивной операции, считая целевым критерием формирование переднего костного блока, соответствующего 4 - 5 баллам. В случае отсутствия зрелого блока КТ проводили еще через 6 месяцев – до выявления признаков блокирования, что рассматривали как критерий для удаления задних металлоконструкций.

Таблица 12 – шкала оценки зрелости переднего костного блока

Баллы	Правильность положения трансплантата/импланта в зоне блокирования		Зона контакта трансплантата/импланта с ложем в блокируемом позвонке			
	Правильное положение	Нарушена (“вывих”)	Величина диастаза между костным ложем и трансплантатом/имплантатом		Переход костных балок между трансплантатом и ложем при отсутствии диастаза	
			$\geq 3$ мм	$< 3$ мм	Размытый, не структурный контур	Четкие костные балки
1		+				
2	+		+			
3	+			+		
4	+				+	
5	+					+

Магнитно-резонансная томография выполнена на томографе Exelart Vantage, фирмы Toshiba, с напряженностью магнитного поля 1,5 Т с 4-канальной спинальной катушкой, входящей в комплект томографа. В стандартном протоколе использовали:

- сагиттальные проекции T1-ВИ spin-echo (TR/TE (мс)), 350–650/11–30;
- сагиттальные, корональные и аксиальные проекции fast spin-echo T2-ВИ (TR/TE (мс)), 3,000–4,000/76–108;
- STIR ИП (short time inversion recovery) в сагиттальных проекциях, (TR/TE (мс)), 1646–3056/48;
- сагиттальные, корональные и аксиальные проекции T1-ВИ с подавлением МР-сигнала от жировой ткани (TR/TE (мс)), 350–800/11–30, после введения контрастного препарата на основе гадолиния из расчета 0,2 мл/кг.

Толщина срезов составляла 3–4 мм, интервал между срезами – 3–8 мм.

МРТ проводили всем пациентам с исходными неврологическими расстройствами, оцененными по шкале Frankel, с целью оценки состояния спинного мозга и его корешков, а также выявления мягкотканого интраканального компонента (гранулема, абсцесс).

#### *Изучение отдаленных результатов.*

Проводили в режиме заочного консультирования выписок и лучевых данных (Rg, КТ), высылаемых в бюро заочной консультации ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России.

Оценивали частоту и структуру послеоперационных осложнений, а также сроки удаления задней инструментальной фиксации позвоночника.

Согласно классификации Chahoud J. et al. (2014) [42], выделяли **ранние** (до 30 суток после операции), **отсроченные** (от 30 до 90 суток) и **поздние** (от 90 суток и более) послеоперационные осложнения.

По характеру, с учетом принятой для инфекционных спондилитов классификации [11], регистрировали специфические и ортопедические осложнения:

- рецидив основного заболевания;
- прогрессирование деформации позвоночника;
- формирование псевдоартроза в зоне переднего спондилодеза;
- вывих / резорбция / перелом трансплантата.

В ходе исследования определена достоверность влияния на развитие осложнений таких факторов, как пол и возраст пациентов, этиология основного заболевания, локализация (уровень) поражения, количество разрушенных позвонков, протяженность передней реконструкции и задней фиксации позвоночника, а также материал, использованный для переднего спондилодеза.

Сроки удаления задних металлоконструкций оценивали в месяцах от момента первичной операции. Показанием к удалению ЗИФ являлся зрелый костный блок в зоне переднего спондилодеза, соответствующий 4 и 5-ти баллам оценочной шкалы.

#### **2.4. Статистический анализ**

Статистическая обработка выполнена в программе «Statistical Package for the Social Sciences» (SPSS), версия 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), согласно международным рекомендациям по проведению клинических исследований в вертебрологии [51]. Общая характеристика исследуемых параметров проведена с использованием метода описательной статистики. Проверку исследуемых параметров в каждой выборке на нормальность распределения выполняли по критерию Колмогорова-Смирнова. Для оценки статистически значимых различий средних значений анализируемых параметров у пациентов исследуемых групп использован  $t$ -критерий для независимых выборок (параметры с нормальным распределением),  $U$  критерий Манна Уитни (параметры с ненормальным распределением). Различия признавались статистически значимыми при двустороннем  $p < 0,05$ . Проверка отсутствия статистически достоверных различий дисперсии для каждой группы выполнена с помощью критерия однородности дисперсия Ливиня, при его значимости  $\geq 0,05$

результаты ANOVA признавались корректными. Для выявления потенциальных факторов (перечислены в разделе Материалы и методы), влияющих на динамику формирования переднего костного блока и развитие послеоперационных осложнений, применяли метод однофакторного дисперсионного анализа ANOVA, влияние факторов признавали статистически значимым при двустороннем  $p < 0,05$ . Для количественного описания тесноты связи между потенциальными факторами развития и вариантами осложнений использован метод регрессионного анализа, с определением отношения шансов (Odds ratio). Результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее значение,  $m$  – стандартное отклонение.

### ГЛАВА III

## МЕТОД ПЕРЕДНЕГО СПОНДИЛОДЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИТАНОВОЙ БЛОК-РЕШЕТКИ, ЗАПОЛНЕННОЙ АУТОКОСТЬЮ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТОВ У ДЕТЕЙ

Традиционно при инфекционных спондилитах у детей для замещения пострезекционного межтелового дефекта передней колонны позвоночника использовали фигурный кортикальный аллотрансплантат [19]. Установку аллотрансплантата в межтеловой диастаз осуществляли в условиях ручной реклинации. Однако к недостаткам указанного способа относятся:

- 1) незначительное исправление деформации ввиду ограниченной эффективности ручной реклинации;
- 2) возможность резорбции, перелома или вывиха костного трансплантата;
- 3) высокая степень потери коррекции в отдаленном периоде, достигающая 65-80% в случае развития осложнений, указанных в пункте 2 и связанных с недостаточной стабильностью зоны передней реконструкции.

Указанные отрицательные последствия подобных операций диктуют необходимость усовершенствования метода переднего спондилодеза при инфекционных спондилитах у детей, который позволит обеспечивать надежную стабилизацию зоны передней реконструкции, не будет приводить к потере коррекции деформации в отдаленном периоде и к развитию осложнений, связанных непосредственно с материалом для замещения межтелового дефекта. Известно, что протяженная задняя инструментальная фиксация хотя и снижает риск таких осложнений, но, во-первых, не предотвращает их полностью, во-вторых, имеет в качестве побочного эффекта возможность развития дегенеративных изменений межпозвонковых дисков внутри зоны инструментации. Возможность предотвратить указанные неблагоприятные последствия представляется в двух направлениях: в обеспечение передней реконструкции позвоночника нерезорбируемым стабильным имплантатом и в

упрощении техники выполнения самой методики переднего спондилодеза.

## 2.1 Предоперационное планирование протяженности передней реконструкции позвоночника

С целью ориентировочного планирования размера межтелового меша, по данным компьютерно-томографического исследования пациентов проводили измерение следующих размеров:

1. *передне-задний* и *поперечный* размер опорных площадок блокируемых выше- и нижележащих интактных позвонков;
2. *вертикальный* размер зоны вертебральной деструкции.

Передне-задний и поперечный размер определяли по аксиальным срезам КТ, с измерением расстояния (мм) в пределах латеральных замыкательных блокируемых позвонков. Методика измерения представлена на рисунке 8.

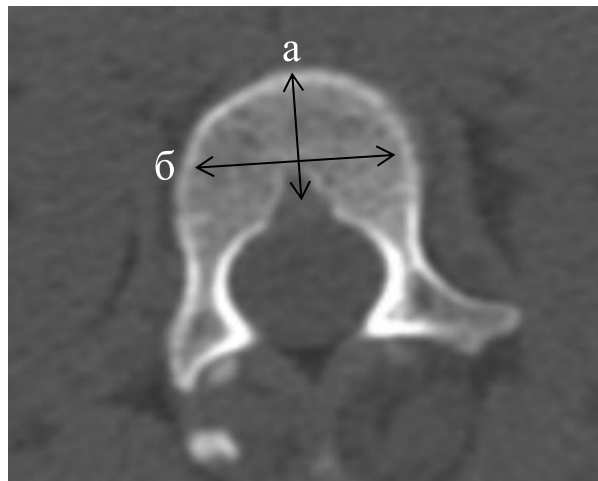


Рисунок 8 – Измерение размера опорной площадки блокируемого позвонка:

а – передне-задний размер (мм), б – поперечный размер (мм)

Вертикальный размер определяли по сагиттальным срезам КТ, с измерением расстояния между передними и задними отделами выше- и нижележащих интактных блокируемых позвонков. Методика измерения представлена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Измерение вертикального размера зоны вертебральной деструкции: в – передний размер (мм), г – задний размер (мм)

После измерения передне-заднего и поперечного размеров опорных площадок блокируемых выше- и нижележащих позвонков осуществляли подбор наиболее оптимального диаметра титановой блок-решетки из существующей линейки: 8, 10, 12, 16 мм. Вертикальный размер титановой блок-решетки соответствовал вертикальному размеру зоны вертебральной деструкции, при этом с учетом планируемой коррекции деформации задний размер рассматривался как наиболее вероятный для использования в ходе операции.

### **1.2. Метод переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью**

Реконструкция позвоночника с применением межтелового меша реализовывалась в ходе одномоментной операции, включающей четыре основных этапа: 1) резекция разрушенных тел позвонков, удаление паравертебральных и эпидуральных абсцессов; 2) инструментальная контролируемая дистракция передней колонны позвоночника; 3) установка титановой блок-решетки, заполненной аутокостью; 4) задняя инструментальная фиксация металлоконструкцией.

После удаления разрушенных тел позвонков, декомпрессии позвоночного

канала и обработки паравертебральных абсцессов осуществляли контролируемую дистракцию передней колонны позвоночника: в боковые поверхности краниального и каудального тел блокируемых позвонков устанавливали опорные винты дистрактора. Длину винтов предварительно рассчитывали по КТ с учетом поперечного размера тела позвонка (у детей младшего возраста использовали шейный дистрактор Caspar с винтами 8 - 12 мм, у детей старшего возраста – короткие транспедикулярные винты). Путем постепенного разведения бранш дистрактора, фиксированных на установленных временных винтах, увеличивали межтеловой диастаз, измеряли длину диастаза, в который затем устанавливали предварительно заполненную костным трансплантатом титановую блок-решетку. При уменьшении напряжения межтелового дистрактора, из-за ретракции мягких тканей происходило зажатие титановой блок-решетки между блокируемыми позвонками без уменьшения дистракционного диастаза, при этом наличие внутри меша костного трансплантата обеспечивает осевую жесткость и предотвращает продавливание меша в тела позвонков, и форма концов титановой блок-решетки обеспечивает стабильную переднюю фиксацию, что позволяет удалить дистрактор.

Схематическое изображение разработанного метода представлено на рисунке 10.

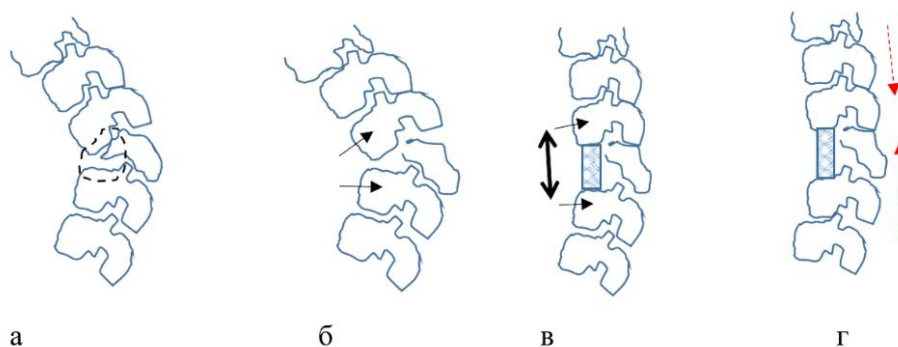


Рисунок 10 – Схема принципов переднего спондилодеза с применением ТМС, заполненной аутокостью: а - исходное состояние: разрушение передней колонны позвоночника, прерывистой линией обозначена зона резекции, обеспечивающая переднюю мобилизацию позвоночника; б - стрелками обозначены винты межтелового дистрактора, введенные в тела позвонков; в - передняя



инструментальная межтеловая ретракция пострезекционного диастаза с последующей имплантацией ТМС с аутокостью; г - удаление винтов межтелового ретрактора и финальная компрессия ТМС, за счет компрессии паравертебральных тканей

Интраоперационные снимки иллюстрируют этапы инструментальной контролируемой дистракции передней колонны позвоночника (рисунок 11).

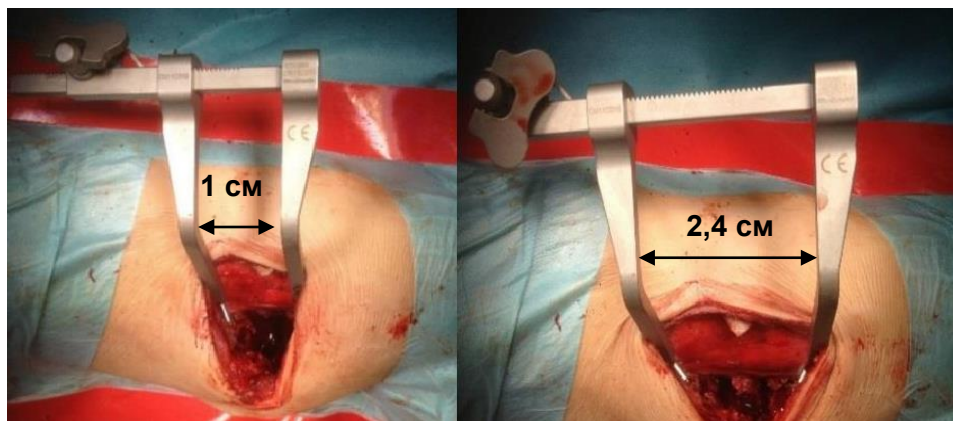


Рисунок 11 – Интраоперационные фотографии: а - установленный дистрактор для растяжения передней колонны, диастаз соответствует 1 см; б - увеличение межтелового диастаза передней колонны позвоночника после разведения бланш дистрактора

Эффективность и достаточность коррекции контролируется путем выполнения интраоперационного рентгенологического контроля (рисунок 12).

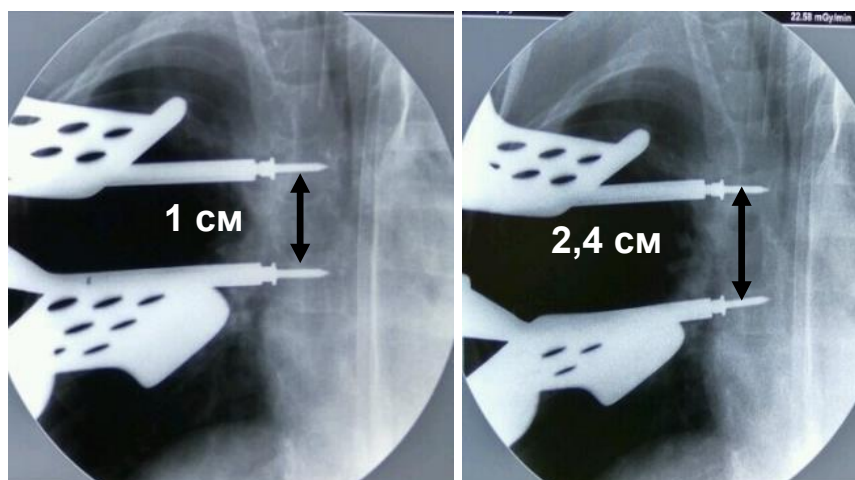


Рисунок 12 – Интраоперационный рентгенологический контроль этапа контролируемой дистракции передней колонны позвоночника

После проведения контролируемой дистракции передней колонны позвоночника в образованный межтеловой диастаз устанавливают титановую блок-решетку, заполненную аутокостью (рисунок 13).

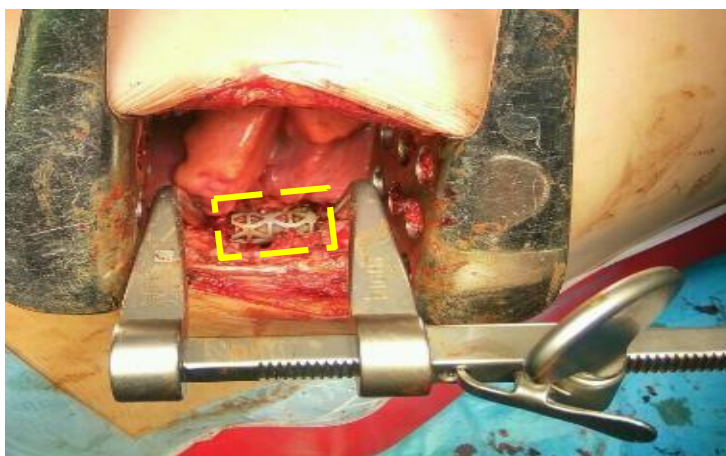


Рисунок 13 – Вид операционного поля после установки титановой блок-решетки с аутокостью

При уменьшении напряжения межтелового дистрактора, из-за ретракции мягких тканей происходило зажатие меша между блокируемыми позвонками без уменьшения дистракционного диастаза, при этом осевая жесткость и форма концов ТМС обеспечивало стабильную переднюю фиксацию, что позволяло удалить дистрактор

### Заключение

Разработанный метод переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью позволяет у детей с инфекционными спондилитами:

1. осуществлять **одномоментную стабилизацию** передней колонны позвоночника;
2. выполнять **предоперационное планирование** протяженности реконструкции по данным КТ исследования;
3. подбирать **индивидуальный размер** титанового меша;
4. безопасно проводить **контролируемую инструментальную межтеловую дистракцию** передней колонны в условиях нестабильного позвоночника.

## ГЛАВА IV

**РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТИТАНОВЫХ БЛОК-РЕШЕТОК, ЗАПОЛНЕННЫХ  
АУТОКОСТЬЮ И ИЗОЛИРОВАННЫХ КОСТНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ  
ПРИ ИНФЕКЦИОННЫХ СПОНДИЛИТАХ У ДЕТЕЙ**

**4.1. Сравнительный анализ непосредственных результатов реконструкций позвоночника с использованием титановых блок-решеток, заполненных аутокостью и изолированных костных трансплантатов при инфекционных спондилитах у детей**

В качестве непосредственных результатов операций, характеризующих эффективность реконструкции позвоночника при инфекционных спондилитах у детей, рассмотрены следующие показатели:

- *время операции* (в часах и минутах),
- *объем кровопотери* (в миллилитрах и % от объема циркулирующей крови),
- *степень операционной коррекции кифотической деформации позвоночника* (в градусах по Cobb).

Анализ показателей времени операции и операционной кровопотери в исследуемых группах свидетельствует о достоверном снижении указанных параметров при выполнении переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью. Межгрупповые различия во времени операции и в абсолютной кровопотере представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Сводная таблица времени операции и кровопотери в исследуемых группах

Этиология / Группа		Время операции* (мин)	Кровопотеря (в мл) **	Уровень двусторонней значимости $p$
ТБС	КС	243 ± 37	275,5 ± 47,1	<b>*<math>p_1 = 0,003</math></b> /
	ТМС + АК	170 ± 43	184,1 ± 122,6	<b>**<math>p_2 = 0,024</math></b>
ХНС	КС	205 ± 19	132,5 ± 28,1	<b>*<math>p_3 = 0,097</math></b> /
	ТМС+АК	160 ± 32	137,3 ± 88,4	<b>**<math>p_4 = 0,594</math></b>
<b>Суммарно</b>		<b>234 ± 28</b>	<b>204 ± 37,6</b>	<b>*<math>p_5 = 0,001</math></b> /
		/	/	/
		<b>175 ± 37</b>	<b>160,7 ± 105,5</b>	<b>**<math>p_6 = 0,032</math></b>

*Примечание: значение уровня двусторонней значимости  $p$  рассчитано с использованием  $t$  критерия для независимых выборок*

Как видно из таблицы 16, комбинированный передний спондилодез титановой блок-решеткой с аутокостью обеспечил достоверное снижение показателей времени вмешательства и кровопотери по группе в целом на 25,2% и 21,6% соответственно. При этом, результаты межгруппового анализа, проведенного с учетом этиологии, свидетельствуют о том, что выявленные изменения достигнуты за счет пациентов с туберкулезным спондилитом, где оба показателя при использовании ТМС+АК оказались достоверно ниже, чем при использовании КС ( $t$  критерий для независимых выборок,  $p_1 = 0,003$ ,  $p_2 = 0,024$ ). В то же время в группе неспецифического хронического спондилита вкл. последствия LONS статистически достоверных различий во времени операции и операционной кровопотере не обнаружено ( $t$  – критерий для независимых выборок,  $p_3 = 0,097$ ,  $p_4 = 0,594$ ).

Результаты межгруппового анализа подтверждают данные, полученные в ходе внутригруппового анализа (таблица 14).

Таблица 14 – Время операции и объем кровопотери у пациентов, оперированных с применением ТМС+АК

Группа	Время операции* (мин)	Объем кровопотери		P
		Абс. (мл)**	%	
Туберкулезный спондилит	190 ± 43	184,1 ± 122,6	4,9 ± 2,3	*0,152 **0,034
Хронический неспецифический спондилит	180 ± 32	137,3 ± 88,4	2,3 ± 1,5	
<b>Суммарно</b>	<b>175 ± 37</b>	<b>160,7 ± 105,5</b>	<b>3,5 ± 1,8</b>	

*Примечание: значение уровня двусторонней значимости p рассчитано с использованием t критерия для независимых выборок*

Как видно из таблицы 14, время операции у пациентов в группе ТМС+АК с этиологически верифицированным туберкулезным спондилитом в сравнении с хроническим неспецифическим спондилитом были выше, однако выявленные различия не были достоверными ( $p_1 = 0,152$ ). В свою очередь, показатели как абсолютного, так и относительного объема кровопотери были достоверно выше ( $p_2 = 0,034$ ) у пациентов, оперированных по поводу туберкулезного спондилита. Степень коррекции кифотической деформации в исследуемых группах (таблица 18) оказалась сопоставимой, составив при использовании изолированного костного трансплантата  $29,7 \pm 5,2^\circ$ , а при использовании титановой блок-решетки с аутокостью  $26,4 \pm 10,1^\circ$  соответственно (*t критерий для независимых выборок*,  $p_1 = 0,642$ ).

Таблица 15 – Динамика кифотической деформации в группах

Кифоз		Min	Max	M ± m	Величина коррекции		p*
					абс.*	в %	
КС	до операции	27,00	62,00	52,1 ± 12,1	<b>29,7 ± 5,2</b>	42,9	<b>0,642</b>
	после операции	14,00	37,00	22,4 ± 6,9			
ТМС+АК	до операции	15,00	92,00	48,7 ± 23,6	<b>26,4 ± 10,1</b>	45,7	
	после операции	2,00	46,00	22,3 ± 13,5			

*Примечание: значение уровня двусторонней значимости p рассчитано с использованием t критерия для независимых выборок*

Как видно из таблицы 15, степень коррекции кифоза не зависела от варианта переднего спондилодеза. Величина операционной коррекции обусловлена операционной техникой, в т.ч. полнотой резекции разрушенных позвонков и паравертебральных тканей, обеспечивающей достижение мобильности реконструируемого отдела позвоночника, а также слаженностью работы хирургической бригады на этапе ретракции пострезекционного межтелового дефекта передней колонны позвоночника, с последующей установкой межтелового имплантата.

**Клинический пример №1** представлен на рисунке 14.

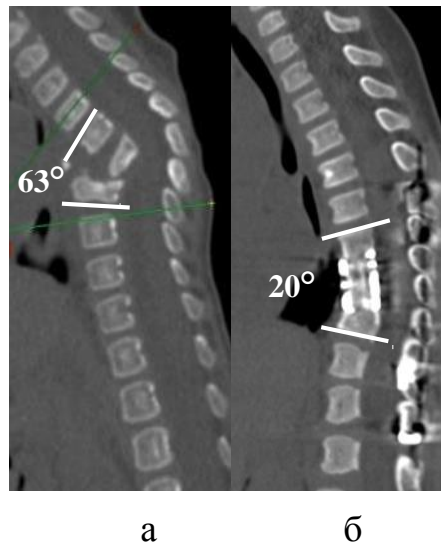


Рисунок 14 – Клинический пример 1: возраст ребенка на момент операции 8 месяцев. Диагноз: последствия LONS с поражением позвонков Th6-9, угловой кифоз 63° (рис. 14 а). Выполнена одномоментная реконструкция Th5-9, резекция

разрушенных тел позвонков, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез ТМС+АК, задняя инструментальная фиксация. Коррекция деформации составила  $43^\circ$ . Спустя 1 год 4 месяца после операции (рис. 14 б) - полное сохранение достигнутой коррекции: остаточная деформация  $20^\circ$ , что соответствует показателям физиологического грудного кифоза

**Клинический пример №2** представлен на рисунке 15.

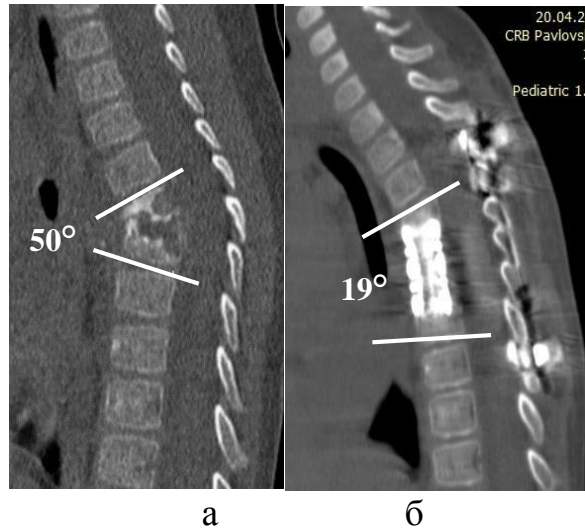


Рисунок 15 – Клинический пример 2: возраст ребенка на момент операции 2 года 11 месяцев. Диагноз: генерализованный туберкулез: туберкулез внутригрудных лимфатических узлов в фазе уплотнения, ТБ спондилит Th5-7, угловой кифоз  $50^\circ$  (рис. 15 а). Выполнена одномоментная реконструкция Th4-8, резекция разрушенных тел позвонков, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез ТМС+АК, задняя инструментальная фиксация. Коррекция деформации составила  $31^\circ$  (рис. 15 б). Спустя 1 год после операции полное сохранение достигнутой коррекции (остаточная деформация  $19^\circ$ , что соответствует физиологическим показателям)

## 4.2. Сравнительный анализ отдаленных результатов реконструкций позвоночника с использованием титановых блок-решеток, заполненных аутокостью и изолированных костных трансплантатов при инфекционных спондилитах у детей

В качестве отдаленных результатов (90 суток и более) проанализирована динамика неврологического статуса пациентов (шкала Frankel, компонент А – Е стандарта ASIA) и изучена степень потери коррекции кифотической деформации к концу наблюдения отдаленных результатов ( $M \pm m = 8$  л. 8 мес.  $\pm$  1 г. 2 мес.).

Суммарные показатели частоты неврологических расстройств до операции у пациентов исследуемых групп представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Неврологические расстройства до операции

Группа / Этиология		Неврологические расстройства		Уровень двусторонней значимости $p$
		абс.	%	
ТБС	КС	8	12,3	$p > 0,05$
	ТМС + АК	3	6,1	
ХНС	КС	2	5,3	$p > 0,05$
	ТМС + АК	1	2,2	
Суммарно		10	10,3	$p > 0,05$
		4	4,2	

*Примечание: значение уровня двусторонней значимости  $p$  рассчитано с использованием  $U$  критерия Манна-Уитни*

В исследуемой когорте частота предоперационных неврологических расстройств составила 7,1%, в том числе в группе КС = 10,3%, в группе ТМС+АК = 4,2% ( $p > 0,05$ ). При этом частота указанных расстройств у пациентов с ТБС в сравнении с ХНС оказалась достоверно выше, составив 9,6% и 3,6% соответственно ( $U$  критерий Манна-Уитни,  $p = 0,042$ ,  $OR = 2,659$ ).

Проанализировав динамику неврологического статуса у пациентов из группы КС, выявлены 10 случаев с исходными расстройствами, соответствующими типам В (1), С (2) и D (7). В 8 случаях после операции достигнут полный регресс неврологических расстройств. У одного пациента



отмечено частичное улучшение, еще у одного выявлено ухудшение неврологического статуса. Характеристика пациентов представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Неврологический статус (до и после операции) пациентов, оперированных с применением КС

Пол	Возраст (лет + мес.)	Уровень поражения	Шкала Frankel		Диагноз
			до операции	после операции	
муж	1 + 3	Th3 – 4	В	С	ТБС
жен	1 + 6	Th3 – 5	Д	Е	ТБС
жен	1 + 11	Th10 – L1	Д	Е	ТБС
муж	2 + 9	Th3 – 5	Д	Е	ТБС
муж	3 + 6	Th2 – 7	С	Е	ТБС
жен	12	Th6 – 9	Д	Е	ТБС
муж	13	Th5 – 9	С	В	ТБС
жен	17	Th8 – L3	Д	Е	ТБС
муж	0 + 11	С3 – 4	Д	Е	ХНС
жен	11	Th9	Д	Е	ХНС

*Примечание: ТБС – туберкулезный спондилит, ХНС – хронический неспецифический спондилит*

В группе ТМС+АК во всех случаях в послеоперационном периоде отмечено улучшение неврологического статуса (таблица 18).

Таблица 18 – Неврологический статус пациентов, оперированных с применением ТМС+АК

Пол	Возраст (лет + мес.)	Уровень поражения	Шкала Frankel		Диагноз
			до операции	после операции	
жен	12 + 0	Th6 – 9	Д	Е	ТБС
муж	4 + 6	Th9 – 12	В	С	ТБС
жен	17 + 1	Th6 – L4	Д	Е	ТБС
жен	11 + 0	Th8 – 10	Д	Е	ХНС

Регресс неврологических расстройств после операции оказался полным в 3 наблюдениях, частичным – в 1.

Таким образом, динамика неврологического статуса в послеоперационном периоде не зависела от варианта переднего межтелового спондилодеза, достигнув в исследуемых группах 80% (8 из 10 наблюдений) и 75% (3 из 4 наблюдений) соответственно.

*Динамика величины кифотической деформации* в отдаленном периоде после операции в группах оказалась достоверно различной (*U критерий Манна-Уитни,  $p_2 = 0,039$* ):

так, при использовании изолированного костного трансплантата при среднем сроке наблюдения 9 лет 11 мес.  $\pm$  1 год 3 мес., **потеря коррекции** в среднем составила  $21,5^\circ \pm 31,1^\circ$  (min  $5^\circ$ , max  $90^\circ$ ), в то время, как в группе ТМС+АК при несколько меньшем периоде наблюдения (5 лет 6 мес.  $\pm$  1 год 1 мес.) –  $3,7^\circ \pm 0,9^\circ$  (min  $1,2^\circ$ , max  $5^\circ$ ), что в относительных значениях соответствует снижению данного показателя на 83,2%. Несмотря на различие в сроках наблюдения, сравнение можно считать корректным, т.к. в группе КС основная потеря коррекции наблюдалась в течение первых 3 лет после операции.

**Клинический пример №3** представлен на рисунке 16.

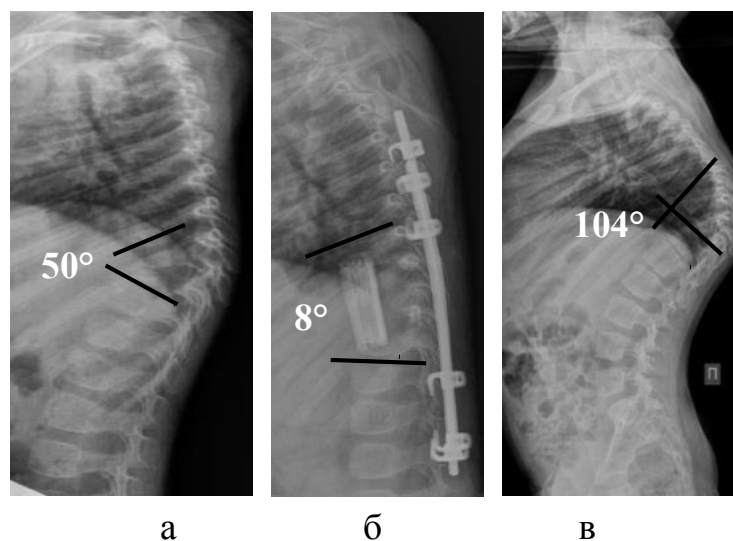


Рисунок 16 – Клинический пример 3: возраст ребенка на момент операции 4 года. Диагноз: первичный генерализованный туберкулез: туберкулез внутригрудных

лимфатических узлов (паратрахеальной, трахеобронхиальной, бронхопульмональной групп) в фазе кальцинации. ТБ спондилит Th8-10, угловой кифоз  $50^\circ$  (рис. 16 а). Выполнена одномоментная реконструкция Th7-12, резекция разрушенных тел позвонков, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез КС, задняя инструментальная фиксация. Коррекция деформации составила  $42^\circ$  (рис. 16 б). Через 3 года после операции по месту жительства удалены задние металлоконструкции, что через 1,5 года (4 года 6 месяцев после первичной операции) привело к лизису костного трансплантата в зоне переднего спондилодеза и рецидиву угловой кифотической деформации до  $104^\circ$  (рис. 16 в)

Анализ непосредственных результатов операций выявил следующие преимущества комбинированного спондилодеза в сравнении с монокомпонентным:

1. возможность достоверного **снижения времени операции** ( $p = 0,001$ ) и **интраоперационной кровопотери** ( $p = 0,032$ ), прежде всего (и исключительно) за счет специфических туберкулезных поражений ( $p_1 = 0,003$ ;  $p_2 = 0,024$ );

2. материал для переднего спондилодеза **не оказывает достоверного влияния** на величину интраоперационной коррекции деформации, однако, в **отдаленном периоде** комбинированный передний спондилодез обеспечивает сохранение достигнутой коррекции деформации, позволяя снизить относительные значения нарастания кифоза, в сравнении с монокомпонентным, более чем на 80%;

3. несмотря на более высокую частоту неврологических расстройств у больных туберкулезным, чем неспецифическим спондилитом ( $p = 0,042$ ,  $OR = 2,659$ ), **динамика их регресса никак не связана с вариантом стабилизации позвоночника**, т.к. полностью обеспечивается полноценной декомпрессией нервных структур.

### 4.3. Сравнительный анализ динамики формирования переднего костного блока при реконструкциях позвоночника с применением титановых блок-решеток с аутокостью и изолированных костных трансплантатов

С целью объективизации оценки формирования костного блока между аутоотрансплантатом внутри титановой блок-решетки и блокируемыми в зоне переднего спондилодеза позвонками, анализ динамики выполнен отдельно для краниального и каудального блокируемых сегментов.

При соответствии костного блока в зоне спондилодеза 4 и 5-ти баллам оценочной шкалы его рассматривали зрелым, что являлось показанием для удаления задней инструментальной фиксации позвоночника.

Результаты оценки формирования блока *в краниальном сегменте*, проведенной по числу наблюдений относительно всей группы (в %) через 6 и 12 мес. после операции в группах представлены на рисунках 17 и 18.

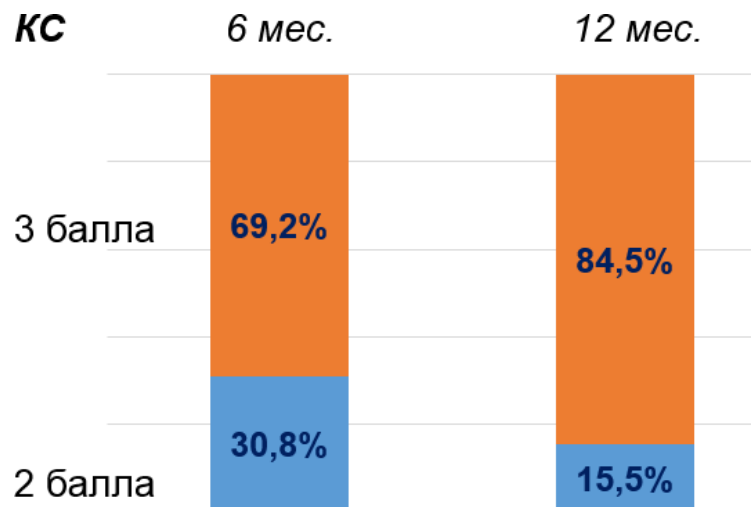


Рисунок 17 – Динамика формирования костного блока к 6 и 12 месяцу после операции в краниальном сегменте у пациентов первой группы: КС – костный спондилодез, ТМС+АК – титановая блок-решётка с аутокостью

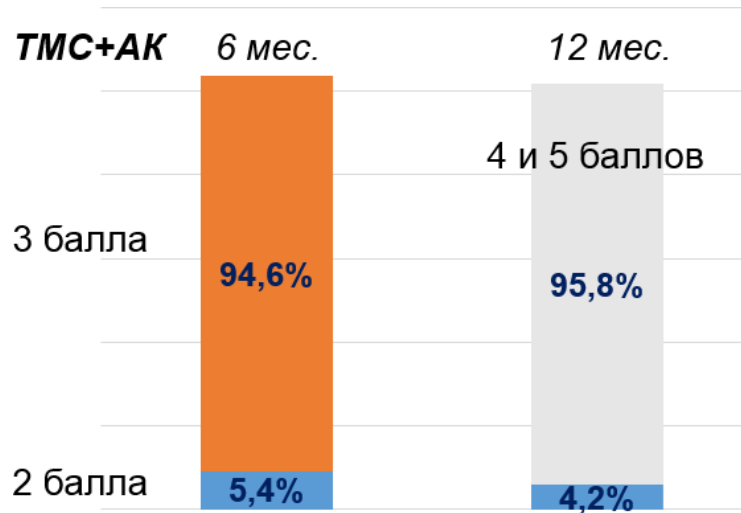


Рисунок 18 – Динамика формирования костного блока к 6 и 12 месяцу после операции в краниальном сегменте у пациентов второй группы

Как видно из рисунков 17 и 18, в исследуемых группах к 6 месяцу после операции передний костный блок в краниальном блокируемом сегменте не достигал 4 и 5 баллов оценочной шкалы. Стоит отметить, что изолированный КС приводил к формированию 3-х бального костного блока лишь в 69%, в то время как ТМС+АК уже спустя 6 месяцев после операции обеспечил 3-х бальный костный блок в 94% случаев ( $p_1 < 0,001$ ,  $t$  критерий для независимых выборок). В свою очередь, изолированный костный трансплантат ни в одном случае на протяжении 1 года после операции не обеспечил достижения показателя в 4 или 5 баллов в краниальном блокируемом сегменте, а использование ТМС+АК в 95,8% наблюдений обеспечило формирование зрелого костного блока ( $p_2 < 0,001$ ,  $t$  критерий для независимых выборок).

Результаты оценки формирования блока в каудальном сегменте, проведенной по числу наблюдений относительно всей группы (в %) через 6 и 12 мес. после операции представлены на рисунках 19 и 20.

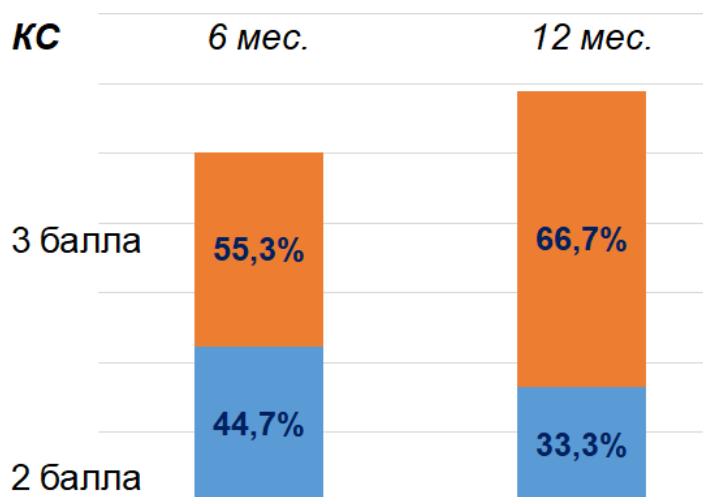


Рисунок 19 – Динамика формирования костного блока к 6 и 12 месяцу после операции в каудальном сегменте у пациентов первой группы

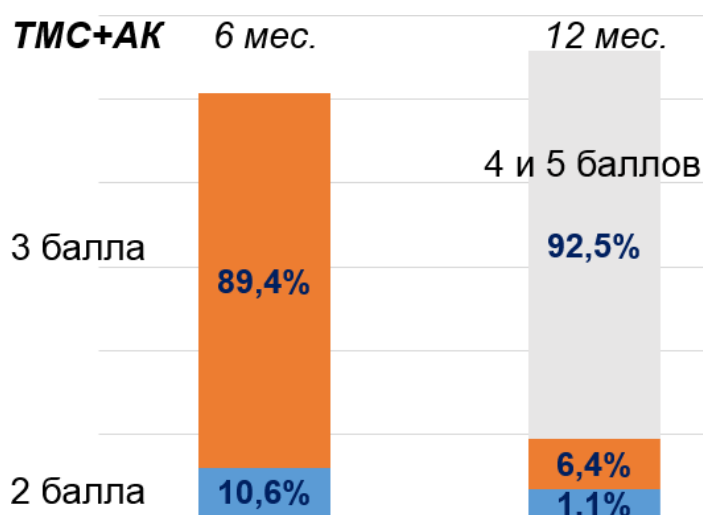


Рисунок 20 – Динамика формирования костного блока к 6 и 12 месяцу после операции в каудальном сегменте у пациентов второй группы

Использование комбинированного переднего спондилодеза ТМС+АК позволило добиться формирования выраженного (соответствующего 4 и 5 баллам оценочной шкалы) костного блока в каудальном блокируемом сегменте к 12 месяцу после операции в 92,5%. В то же время, изолированный костный трансплантат ни в одном случае на протяжении 1 года после операции не обеспечил достижения показателя зрелости переднего костного блока в 4 или 5 баллов в каудальном блокируемом сегменте ( $p_3 < 0,001$ ,  $t$  критерий для

независимых выборок).

Выявлено также, что ...

... при моносегментарных реконструкциях материал для переднего спондилодеза не влиял на динамику формирования переднего костного блока в верхнем и нижнем блокируемых сегментах ( $p_4 = 0,724$ );

... при реконструкциях 2 и более ПДС, использование изолированного костного трансплантата приводит к формированию зрелого переднего костного блока, в среднем через 32 месяца (2 года 8 месяцев), в то время как комбинированный передний спондилодез обеспечивает блок в 4 или 5 баллов, в среднем через 12 месяцев во всех анализируемых случаях, несмотря на полисегментарный характер реконструкции ( $p_5 = 0,038$ ).

В тоже время, монокомпонентный передний спондилодез (КС) даже в условиях моносегментарных реконструкций был сопряжен с большим временем формирования зрелого переднего костного блока несмотря на использование ЗИФ, в среднем составившим  $32 \pm 4$  месяца ( $p_6 = 0,023$ ).

**Клинический пример №4** представлен на рисунке 21.

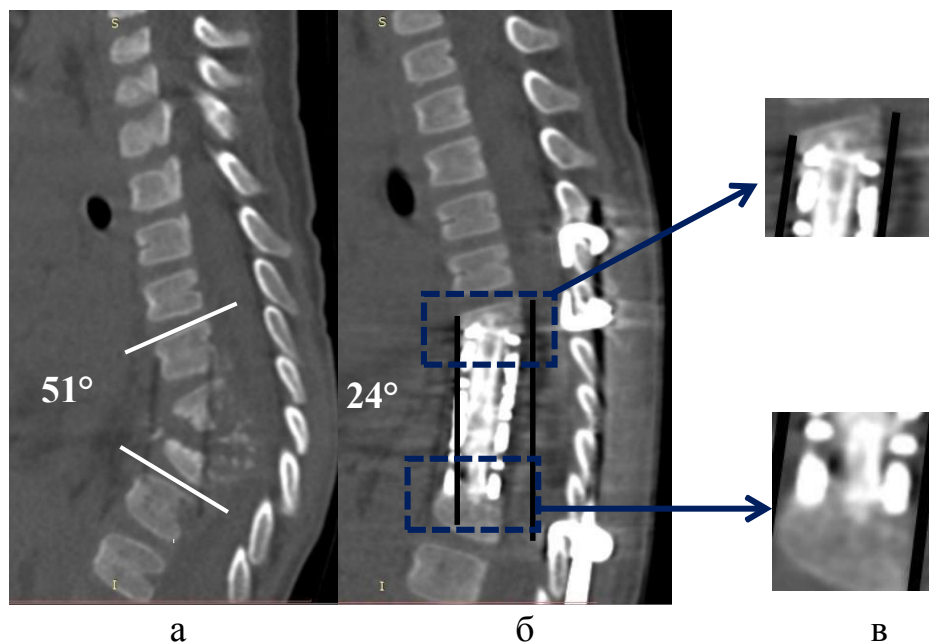


Рисунок 21 – Клинический пример 4: возраст ребенка на момент операции 2 года 10 месяцев. Диагноз: генерализованный туберкулез: туберкулез внутригрудных

лимфатических узлов в фазе кальцинации; ТБ спондилит Th8-10, угловой кифоз 51° (рис. 21 а). Выполнена одномоментная реконструкция Th7-10, резекция разрушенных тел позвонков, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез ТМС+АК (ауторребро), задняя инструментальная фиксация. Коррекция деформации составила 27° (рис. 21 б). Спустя 12 месяцев после операции выраженность переднего костного блока в обоих (краниальном и каудальном сегментах) соответствует 5 из 5 баллов (рис. 21 в)

**Клинический пример №6** представлен на рисунке 22.

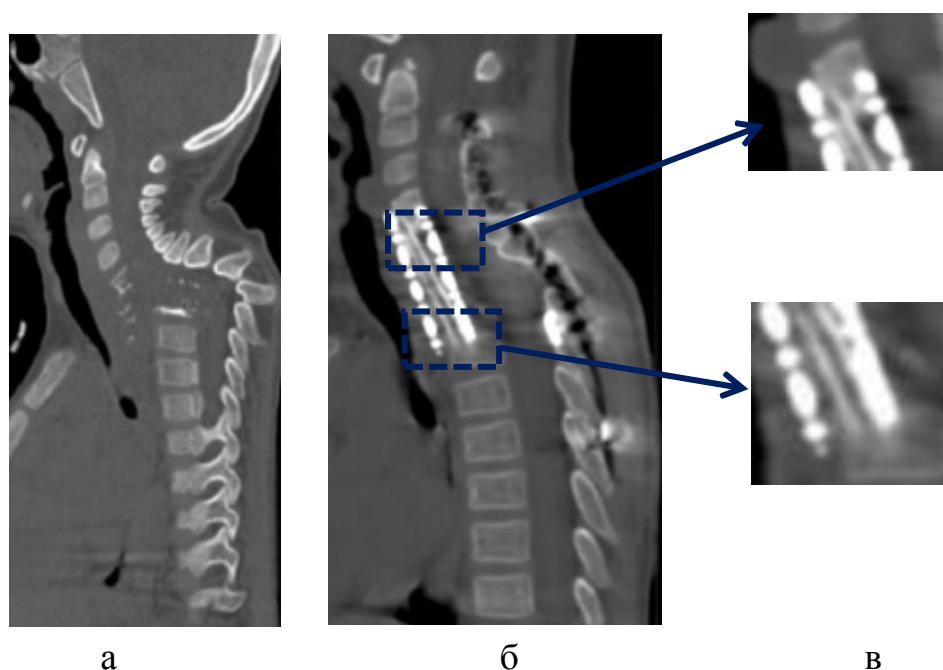


Рисунок 22 – Клинический пример 5: возраст ребенка на момент операции 5 лет. Диагноз: первичный генерализованный туберкулез: первичный туберкулезный комплекс правого легкого, в фазе инфильтрации и распада. ТБ спондилит C5-Th4 (6 ПДС), осложненный эпидуральным и внутригрудными абсцессами. ТБ остит правой таранной кости, осложненный свищем (рис. 22 а). Выполнено этапное хирургическое лечение с передней реконструкцией C4-Th3 комбинированным спондилодезом ТМС + АК (ауторребро). Контрольное КТ спустя 8 месяцев после операции выявило костный блок в зоне переднего спондилодеза, соответствующий 4 из 5 баллов оценочной шкалы, как в краниальном, так и в каудальном блокируемых сегментах (рис. 22 б, в)



**Клинический пример №5** представлен на рисунке 23.

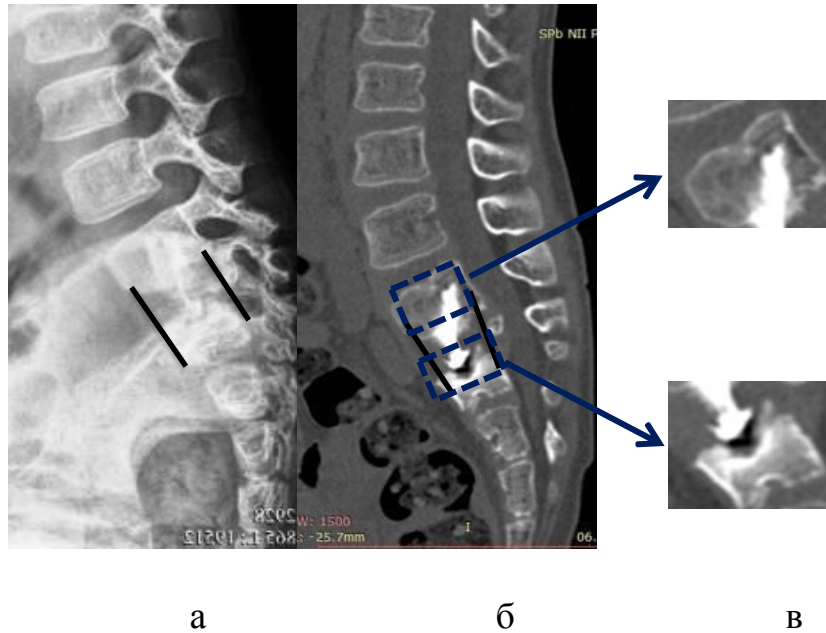


Рисунок 23 – Клинический пример б: возраст ребенка на момент операции 3 года. Диагноз: генерализованный туберкулез: туберкулез внутригрудных лимфатических узлов в фазе инфильтрации и обсеменения. ТБ спондилит L5-S1. Выполнена одномоментная реконструкция L5-S2, резекция разрушенных тел позвонков, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез КС (рис. 23 а). Спустя 12 месяцев после операции выраженность переднего костного блока в краниальном сегменте – 5 из 5-ти баллов, в каудальном – 2 из 5-ти баллов оценочной шкалы, здесь же определяется вакуум-эффект, соответствующий локальной нестабильности сегмента (рис. 23 б, в)

#### **4.4. Сроки удаления задних металлоконструкций в условиях титановых блок-решеток с аутокостью и изолированных костных трансплантатов, использованных для переднего спондилодеза**

Применение комбинированного переднего спондилодеза обеспечило формирование зрелого переднего костного блока уже к 12 месяцам с момента первичной операции, что позволило сократить сроки удаления задних спинальных имплантатов, даже в условиях полисегментарных реконструкций позвоночника: среднее время удаления ЗИФ в группе 1 составило  $38 \pm 7$  месяцев, в группе 2 –  $16 \pm 2$  месяцев ( $p_1 = 0,003$ , *t* критерий для независимых выборок).

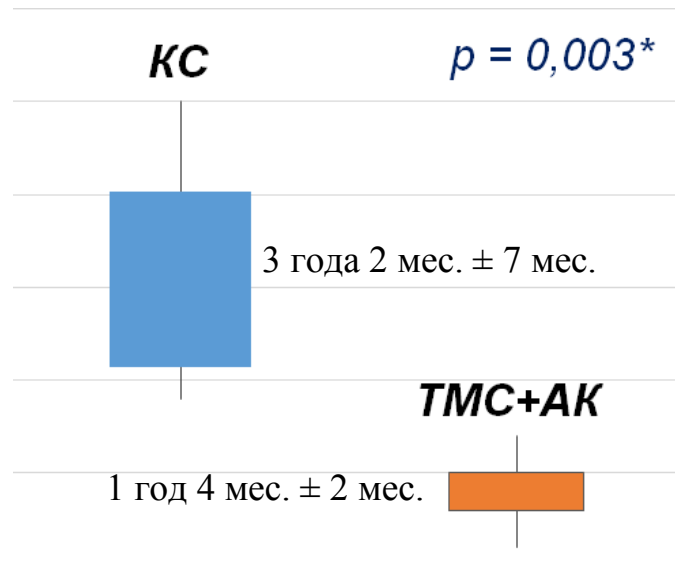


Рисунок 24 – Сроки удаления задней инструментальной фиксации в группах: \* значение уровня двусторонней значимости  $p$  рассчитано с помощью  $t$  критерия для независимых выборок

В условиях моносегментарных деструкций у пациентов, не имевших кифотической деформации, комбинированный передний спондилодез позволил полностью отказаться от дополнительной задней инструментальной фиксации реконструируемого отдела позвоночника, что в свою очередь снижает потенциальные риски преждевременной дегенерации исходно интактных межпозвонковых дисков внутри зоны инструментации. Общая характеристика пациентов, которым реконструктивные вмешательства выполнены без использования ЗИФ, представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристика пациентов, оперированных без ЗИФ

Диагноз	Кол-во больных	Возраст (M±m) лет + мес	Уровень поражения					Срок отдаленного наблюдения (M±m; Min; Максимум)
			C	Th	Th/L	L	L/S	
ХНС	30	12+8 ± 3+7	1	4	3	20	2	5+2 ± 0+9; (4+2; 7+3)
ТБС	5	8+1 ± 5+1	1	0	1	2	1	5+8 ± 0+5 (5+3; 6+3)

Необходимо отметить, что к концу наблюдения отдаленных результатов, у пациентов, оперированных с применением титановой блок-решетки с аутокостью без задней инструментальной фиксации позвоночника не выявлено случаев развития осложнений, а степень потери коррекции кифотической деформации в среднем составила  $5,4 \pm 1,2^\circ$  по Cobb.

### Заключение

Анализ особенностей формирования переднего костного блока в условиях различных вариантов переднего спондилодеза позволил определить преимущества комбинированного (ТМС + АК) варианта в сравнении монокомпонентным костным, среди которых стоит отметить:

1. возможность **формирования зрелого (4 и 5 баллов оценочной шкалы) костного блока** уже к 12 месяцу после операции, как в краниальном, так и в каудальном сегментах у подавляющего большинства пациентов (95,8 и 92,5% соответственно), вне зависимости от протяженности реконструкции;

2. возможность **сокращения сроков задней инструментации** позвоночника в абсолютном значении – более чем на 1 год и 10 месяцев, в относительном - более чем на 50%;

3. **отсутствие необходимости** дополнительной задней инструментальной фиксации позвоночника при моносегментарных поражениях.

Обеспечивая в условиях полисегментарных реконструкций **более раннее формирование переднего блока** и возможность **значительного сокращения длительности ЗИФ**, комбинированный передний спондилодез ТМС + АК может способствовать профилактике преждевременной дегенерации исходно интактных межпозвонковых дисков внутри зоны инструментации – что, однако, требует более длительного наблюдения и выходит за рамки настоящего исследования.

## ГЛАВА V

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ  
РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С  
ИНФЕКЦИОННЫМИ СПОНДИЛИТАМИ****6.1. Общая структура послеоперационных осложнений в исследуемых группах**

В раннем (*до 30 суток после операции*) послеоперационном периоде в рамках исследуемой когорты выявлены 17 осложнений (8,6%), возникновение которых не потребовало проведения ревизионных операций:

- краевой некроз раны (9 случаев): 6 из которых отмечены в группе 1 (КС) и 3 – в группе 2 (ТМС + АК),
- гематома в области дорсального доступа (5 случаев), 3 из которых отмечены в группе 1 (КС) и 2 – в группе 2 (ТМС + АК)
- пневмоторакс (3 случая), при экстраплевральном доступе для реконструкции грудного отдела позвоночника, 2 из которых отмечены в группе 1 (КС) и 1 – в группе 2 (ТМС + АК).

Ранних и отсроченных (*от 30 дней до 90 дней*) послеоперационных осложнений, связанных с зоной переднего межтелового спондилодеза (его дислокация, перелом, глубокая периимплантная инфекция) не выявлено.

В позднем (*90 суток и более*) послеоперационном периоде в обеих группах выявлены 14 осложнений (характеристика пациентов представлена в таблице 25):

1. рецидив основного заболевания (неспецифического или туберкулезного спондилита) (таблица 25, наблюдения № 1 - 3);
2. прогрессирование деформации позвоночника и/или развитие проксимального контактного кифоза (РК) (таблица 25, наблюдения № 4 - 8);
3. формирование псевдоартроза между костным трансплантатом и реципиентным костным ложем блокируемых выше и нижележащих

позвонков, обусловленное нарушением остеоадаптации и регенерации (таблица 25, наблюдения № 9 - 13);

4. дислокация и/или резорбция трансплантата, обусловленные изменениями его положения и структуры (таблица 25, наблюдение №14).

Средний возраст пациентов, у которых развились поздние послеоперационные осложнения, на момент первичной операции составил 4 года 3 месяца  $\pm$  3 года 2 месяца (min 8 месяцев, max 14 лет).

Таблица 25 – Характеристика пациентов

№	Возраст на момент операции	Пол	Диагноз		Первичная операция:		Осложнения***	
			Основной	Протяженность спондилита	Вариант и протяженность ПС*,	ЗИФ**	Время выявления после операции	Характер осложнения
1	2 + 3	ж	Генерализованный ТБ, ТБС	L3, L5-6	КС: L4-6, <i>группа 1</i>	L1-6	3+3	<u>рецидив</u>
2	3+10	м	Генерализованный ТБ, ТБС	L3-4	КС: L3-5, <i>группа 1</i>	L2-5	1+4	<u>рецидив</u>
3	13	м	Микст-инфекция (МВТ+хламидии), МЛУ	C7-Th2, Th4-6	ТМС+АК: C7-Th2, <i>группа 2</i>	C4-Th5	4+5	<u>рецидив</u>
4	0 + 8	ж	ХНС: LONS,	Th6-9	КС: Th6-9, <i>группа 1</i>	Th5-10	1+5	<u>прогрессир-е деформации</u>
5	2	м	ХНС: LONS,	Th7-10	КС: Th7-9, <i>группа 1</i>	Th6-11	4+1	<u>прогрессир-е деформации</u>
6	2+7	м	ТБС	C6-Th2	КС: C6-Th1, <i>группа 1</i>	C6-Th2	2+11	<u>прогрессир-е деформации</u>
7	3+5	ж	ТБС	Th11-L1	ТМС+АК: Th11- L1, <i>группа 2</i>	-	1+1	<u>прогрессиров-е деформации</u>
8	14	м	ХНС	Th4, 7, 8	ТМС+АК: Th7-9, <i>группа 2</i>	Th5-11	0+8	<u>РЖК</u>
9	1 + 5	м	ХНС	Th11-12	КС: Th11-12, <i>группа 1</i>	Th11- L1	5+5	<u>псевдоартроз</u>

10	1+11	ж	ТБС (BCG)	Th10-12	КС: Th10-12, <i>группа 1</i>	Th8-L1	1 год после удаления ЗИФ	<u>псевдоартроз</u>
11	3	м	ТБС	L5-S2	КС: L4-S3, <i>группа 1</i>	-	9 лет	<u>псевдоартроз</u>
12	3+1	м	Генерализованный ТБ, ТБС	L2-3	КС: L1-3, <i>группа 1</i>	Th11-L4	1 год	<u>псевдоартроз</u>
13	3	ж	ТБС	L3-5	ТМС+АК: L3-5, <i>группа 2</i>	L2-S1	1+10	<u>псевдоартроз</u>
14	2 + 1	ж	Генерализованный ТБ, ТБС	Th8-10	КС: Th7-12, <i>группа 1</i>	Th5-L2	5+6	<u>лизис</u> <u>трансплантата</u>

*Примечание: “ПС” – передний спондилодез; “ТМС + АК” мешем с аутокостью, “КС” ауто/аллокостью; “ЗИФ” – задняя инструментальная фиксация; “Осложнение post-op” – послеоперационное осложнение; ТБС – туберкулезный спондилит; ХНС – хронический неспецифический остеомиелит; BCG – вакцинный штамм M. bovis BCG; LONS – поздний сепсис новорожденных*

Таким образом, в общей структуре исследуемых групп, частота поздних осложнений распределилась следующим образом (таблица 26).

Таблица 26 – Общая структура поздних послеоперационных осложнений

Группа	Осложнения		Туберкулезный спондилит		Хронический неспецифический спондилит	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
<b>1</b>	10	9,7	7	10,7	3	7,9
<b>2</b>	4	4,2	3	6,1	1	2,2

При этом...

... в группе 1 (КС) среди 10 осложнений зарегистрированы рецидив заболевания (2), прогрессирование деформации (3), формирование псевдоартроза

(4) и резорбция трансплантата (1);

... в группе 2 (ТМС + АК) среди 4 осложнений - рецидив заболевания (1), прогрессирование деформации (2), формирование псевдоартроза (1).

Что касается сроков развития поздних послеоперационных осложнений, то можно отметить следующие закономерности:

- **средний срок их появления** составил 3 года  $\pm$  2 года 5 месяцев (min 8 месяцев, max 9 лет) после основной операции, при этом достоверно раньше развивалось **прогрессирование деформации** - спустя 1 год 9 мес.  $\pm$  1 год 6 мес. ( $p_1 = 0,035$ ).

В свою очередь, **рецидив основного заболевания** выявлялся спустя 3 года  $\pm$  1 год 6 мес., **формирование псевдоартроза** в зоне переднего спондилодеза - через 3 года 9 мес.  $\pm$  3 года 4 мес., **лизис трансплантата** отмечен у одного пациента через 5 лет 6 мес. с момента первичной реконструкции позвоночника.



*Клинический пример №7* представлен на рисунке 25.

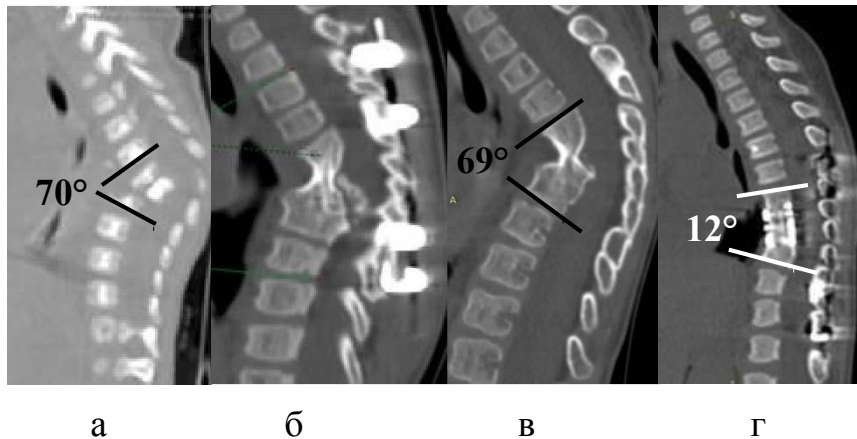


Рисунок 25 – Клинический пример 7 (наблюдение №5 из табл. № 23): возраст ребенка на момент операции 8 месяцев. Диагноз: неспецифический спондилит Th6-9 на фоне позднего сепсиса новорожденных. Септическое состояние (пневмония, буллезный эпидермолиз, спондилит) перенесла на 1 - 2 месяце жизни, деформация грудного отдела отмечена к концу 2-го месяца. По КТ выявлена субтотальная деструкция Th7 - 8, контактная Th6, 9; угловая кифотическая деформация = 70° (рис. 25 а). Выполнена одномоментная реконструкция позвоночника: передний спондилодез изолированным костным ауто трансплантатом Th6-9, ЗИФ, задний костно-пластический спондилодез ауто трансплантатом (рис. 25 б). ЗИФ удалена на фоне полноценно сформированного (5/5 баллов оценочной шкалы) переднего спондилодеза через 2 года. Спустя 1 год 3 месяца после удаления ЗИФ, на фоне сохраненного зрелого костного блока отмечено нарастание кифоза до 69° (рис. 25 в). Ревизионная операция: реконструкция, респондилодез Th6-9 ТМС+АК, ЗИФ Th4-11. Спустя 12 месяцев после операции – зрелый костный блок в зоне переднего спондилодеза (краниальный сегмент – 4/5 баллов, каудальный сегмент – 5/5 баллов оценочной шкалы) при полном сохранении операционной коррекции: остаточный физиологический кифоз 12° (рис. 25 г)

## 6.2. Анализ факторов послеоперационных осложнений у пациентов исследуемых групп

Оценка влияния потенциальных факторов на развитие послеоперационных осложнений проведена с использованием метода ANOVA (определение достоверности влияния) и Регрессионного анализа (определение Отношения шансов “Odds ratio”). Результаты представлены по отношению к каждому оцененному фактору (таблица 27) в виде выявленных тенденций и их статистической доказательности.

Применение костных трансплантатов привело к развитию псевдоартроза в 4 случаях и к лизису трансплантата - в 1 (общее число осложнений - 5). Использование комбинированного переднего спондилодеза позволило снизить риск развития псевдоартроза до 1 из 5 наблюдений и полностью исключить риск перелома трансплантата (данное осложнение не зарегистрировано при использовании титанового меша).

Таким образом, анализ возможных предикторов развития поздних послеоперационных осложнений позволил выявить следующее:

- статистически доказано влияние следующих факторов:
  - 1) *полисегментарный характер деструкций* – на риск поздних осложнений, достоверно выше в сравнении с моносегментарным процессом,
  - 2) *грудная локализация деструкций* – на риск прогрессирования деформации, достоверно выше в сравнении с поясничной,
  - 3) *поясничная локализация деструкций* – на риск развития псевдоартроза, достоверно выше в сравнении с грудной.
- к факторам, не нашедшим статистической доказательности, следует отнести:
  - 1) *этиологию спондилита* – при туберкулезном спондилите частота осложнений выше, чем при неспецифическом,

2) *возраст пациентов* – у пациентов дошкольного возраста частота осложнений выше в сравнении с другими возрастными группами,

3) *материал для переднего спондилодеза* – при использовании монокомпонентного костного трансплантата частота осложнений выше в сравнении с титановой блок-решеткой, комбинированной с аутокостью.

Таблица 27 – Результаты факторного анализа предикторов поздних послеоперационных осложнений

Анализируемый фактор	“Зависимый” параметр	Тенденции	Доказательность связи “фактор-параметр”
<b>Уровень поражения (реконструкции)</b>			
<i>грудной отдел</i>	Прогрессирование деформации	Выше при деструкциях в грудном отделе	$p_1 = 0,039$ ; $OR = 1,778$ ; $CI = 95\%$
<i>поясничный отдел</i>	Развитие псевдоартроза	Выше при деструкциях в поясничном отделе	$p_2 = 0,016$ ; $OR = 2,250$ ; $CI = 95\%$
<b>Число разрушенных ПДС:</b> моно- vs полисегментарные	Риск осложнений	13 из 14 (92,8%) осложнений развились при реконструкции двух и более ПДС	$p_3 = 0,027$ ; $OR = 2,479$ ; $CI = 95\%$
<b>Этиология заболевания:</b> ТБС vs ХНС	Частота осложнений	Выше при ТБС, чем при ХНС	$p_4 = 0,697$ ; $OR = 1,693$ ; $CI = 95\%$
<b>Пол и возраст пациентов</b>	Риск осложнений	Выше у пациентов дошкольного возраста (4 года 3 месяца) в сравнении с другими возрастными группами	$p_5 = 0,151$ ; $p_5 = 0,180$ ; $OR = 5,956$
<b>Материал для переднего спондилодеза</b>	Частота осложнений	Выше при изолированных костных трансплантатах (9,7%), чем при комбинированных (4,2%)	$p_6 = 0,694$ ; $OR = 2,154$ ; $CI = 95\%$

Примечание:  $p$  – уровень двусторонней значимости,  $OR$  – отношение шансов,  $CI$  – доверительный интервал

*Ведение послеоперационных осложнений*

**Рецидив основного заболевания.** Рецидив туберкулезного спондилита ( $n_1 = 3$ ) сопровождался реактивацией воспалительного процесса в зоне вмешательства, вовлечением смежных позвоночных сегментов, формированием абсцессов и развитием нестабильности. Фистулонекрсеквестрэктомия и респондилодез передней колонны титановым мешем с аутокостью проведены у 3 пациентов, перемонтаж ЗИФ - в 2 случаях (катамнез прослежен спустя 3 г. 8 мес.);

**Псевдоартроз** чаще развивался у пациентов с изолированным костным трансплантатом (4 из 5 наблюдений); восстановление стабильности достигнуто за счет переднего респондилодеза титановым мешем с аутокостью (катамнез прослежен на протяжении 2 лет 3 мес.);

Для коррекции **деформации** ( $n_2 = 4$ ) в 3 случаях проведено продление ЗИФ, в одном – передний респондилодез мешем с аутокостью + продление ЗИФ (катамнез прослежен на протяжении 2 лет 4 мес.);

**Лизис** трансплантата ( $n_3 = 1$ ) проявился развитием нестабильности с формированием угловой кифотической деформации =  $95,3^\circ$ . Проведена реконструкция  $360^\circ$ , дефект передней колонны замещен титановым мешем с аутокостью, ЗИФ (катамнез = 1 г. 8 мес.).

Объемы ревизионной операции и сроки послеоперационного наблюдения представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Тактика ведения поздних послеоперационных осложнений

№*	Объем ревизионного вмешательства	Катамнез после ревизионной операции **
1	Фистулонекрсеквестрэктомия, Респондилодез L3-6 (ТМС + АК)	6+3
2	Респондилодез L3-5 (ТМС+АК)	5+3
3	Респондилодез Th4-6 (ТМС+АК), перемонтаж ЗИФ С7-Th9, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	1+4
4	Респондилодез Th6-9 (ТМС+АК), Перемонтаж ЗИФ Th5-10, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	2+9
5	Динамическое наблюдение в связи с отсутствием болевого синдрома, неврологического дефицита	Без операции, 2+3
6	Прогрессирование шейно-грудного кифоза после удаления ЗИФ спустя 2 года 11 месяцев после первичной операции на фоне сформированного переднего костного блока (4/5 баллов по оценочной шкале)	Выпал из-под наблюдения в связи с проживанием в другой стране
7	ЗИФ Th7-L4, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	2+10
8	Перемонтаж ЗИФ (коннектор “Domino”) Th1-11	2+1
9	Респондилодез Th11-12 (ТМС+АК), Перемонтаж ЗИФ Th11-L1, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	1+4
10	Перемонтаж ЗИФ Th8-L1, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	2+11
11	Респондилодез L4-S3 (ТМС+АК), ЗИФ L4-S2, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	2+3
12	Респондилодез L1-4 (ТМС+АК)	5+8
13	Респондилодез L3-5 (ТМС+АК)	1+4
14	Респондилодез Th7-12 (ТМС+АК), Перемонтаж ЗИФ Th5-L2, задний костно-пластический спондилодез фрагментами аутокости	1+5
Средняя длительность наблюдения после выявления осложнения		2 г 11 мес ± 1 г 9 мес

Примечание: \* № - порядковый номер соответствует номеру по сводной таблице 25; \*\* - лет + мес., период отсутствия данных за прогрессирование / рецидив / развитие послеоперационных осложнений; ТМС+АК – титановая блок-решетка с аутокостью

После ревизионной операции лишь в одном случае (таблица 28, пациент №3) в связи с повторным рецидивом основного заболевания потребовалось выполнение повторного ревизионного вмешательства в объеме перемонтажа ЗИФ; у остальных пациентов достигнуто стойкое улучшение клинико-лучевой картины, без признаков рецидива/прогрессирования заболевания и/или развития осложнений.

### Заключение

Развитие осложнений после реконструктивных операций при инфекционных спондилитах у детей возможно *на протяжении достаточно длительного периода*. В исследуемой когорте *ранних послеоперационных осложнений зарегистрировано не было*. Средний срок выявления поздних осложнений составил 3 года  $\pm$  2 года 5 месяцев, подавляющее большинство из которых развилось у пациентов младшего детского и дошкольного возраста (4 года 3 месяца  $\pm$  3 года 2 месяца).

Этиология основного заболевания *не оказывает достоверного* ( $p = 0,697$ ,  $OR = 1,693$ ,  $CI = 95\%$ ) влияния на риск развития осложнений, однако у пациентов с туберкулезным спондилитом, частота их была выше (9,7% vs 4,2%).

*Достоверным предиктором* поздних послеоперационных осложнений является полисегментарный характер деструкции ( $p = 0,027$ ,  $OR = 2,479$ ,  $CI = 95\%$ ). Кроме того, реконструкции грудного отдела позвоночника *достоверно чаще* сопровождались прогрессированием деформации ( $p = 0,039$ ,  $OR = 1,778$ ,  $CI = 95\%$ ), а реконструкции поясничного - приводили к развитию псевдоартроза ( $p_2 = 0,016$ ,  $OR = 2,250$ ,  $CI = 95\%$ ).

В исследуемой когорте 78,5% поздних осложнений (11 из 14) оказались связаны с материалом для переднего спондилодеза. Несмотря на отсутствие достоверного влияния ( $p = 0,694$ ,  $OR = 2,154$ ,  $CI = 95\%$ ) отмечено, что изолированные костные трансплантаты чаще приводили к развитию псевдоартроза, а также перелому трансплантата в зоне переднего спондилодеза. В тоже время, использование комбинированного переднего спондилодеза

позволило снизить риск развития псевдоартроза, полностью исключить резорбцию/перелом трансплантата и связанную с этим отсроченную нестабильность реконструируемого отдела позвоночника.

Вместе с тем, применение современных небиологических имплантов для переднего спондилодеза не исключает возможности прогрессирования основного заболевания и связанной с этим отсроченной нестабильности позвоночника.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературы, проведенный по информационным базам данных PubMed, Clinical Key, Clinical Trials, Cochrane Library, E-library, позволил определить основную тематику публикаций, касающихся хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей и обосновать актуальность настоящего диссертационного исследования.

В настоящее время основными вопросами, относящимися к хирургическому лечению инфекционных спондилитов у детей, остаются вопросы, касающиеся показаний к оперативному лечению, возможности коррекции тяжелых кифотических деформаций и предотвращения поздних послеоперационных осложнений.

Сопоставление опыта Клиники детской хирургии и ортопедии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России с основными мировыми трендами в этой области позволило сформулировать **цель** исследования – улучшить результаты хирургического лечения детей с инфекционными спондилитами путем использования для реконструкции передней колонны позвоночника титановых бок-решеток, заполненных аутокостью, для чего последовательно решены 4 **задачи**:

1) разработан метод переднего спондилодеза с применением титановой бок-решетки с аутокостью для хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей,

2) проанализированы непосредственные и отдаленные результаты применения титановых блок-решеток, комбинированных с аутокостью и изолированных костных трансплантатов при реконструкциях позвоночника у детей с инфекционными спондилитами,

3) оценена динамика формирования переднего костного блока в условиях титановых блок-решеток, комбинированных с аутокостью и

изолированных костных трансплантатов при инфекционных спондилитах у детей,

4) определены факторы, влияющие на развитие послеоперационных осложнений хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей.

Решение поставленных в рамках диссертации задач определило новизну и практическую значимость исследования. Работа выполнена согласно методологии, рекомендованной глобальной ассоциацией по лечению заболеваний позвоночника AOSpine для научных работ в вертебрологии [108]. В ходе исследования последовательно применены протоколы проведения сравнительных исследований “PICO” (межгрупповая сравнительная часть, задачи 2 и 3) и “PPO” (факторный анализ предикторов послеоперационных осложнений, задача 4).

В рамках ретроспективного когортного анализа, в исследование включены данные о 197 детях, последовательно оперированных в период с 1 января 2005 по 31 декабря 2015 гг. в возрасте от 7 месяцев до 17 лет 11 месяцев с инфекционными спондилитами. Причиной развития деструкции позвонков в

114 наблюдениях явился туберкулез, в 83 случаях деструкция носила неспецифический характер (хронический неспецифический спондилит). Особенностью поражений при инфекционных спондилитах у детей, в отличие от взрослых, явился полисегментарный характер разрушений позвоночника, выявленный в 75,4% случаев.

Сравнительный анализ результатов проведен с учетом материала, использованного для переднего межтелового спондилодеза. Все пациенты разделены на две группы: первую составили 103 ребенка, у которых для реконструкции передней колонны применяли изолированные костные трансплантаты (период проведения операций с 1 января 2005 года по 31 декабря 2010 года), вторую – 94 ребенка, у которых для переднего межтелового спондилодеза использовали титановые блок-решетки,

заполненные аутокостью (период проведения операций с 1 января 2011 года по 31 декабря 2015 года).

В рамках клинико-лучевого анализа проведена оценка характера жалоб, особенностей развития заболевания и клинических жалоб пациента, выраженности болевого синдрома (шкала ВАШ), неврологического статуса (шкала Frankel), уровня и количества разрушенных позвоночно-двигательных сегментов, величины кифотической деформации позвоночника (в градусах по Cobb). Обобщены данные о непосредственных, ранних и отдаленных результатах хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей, в т.ч. средний срок отдаленного наблюдения составил 8 лет 8 мес.  $\pm$  1 год 2 мес., при минимальном – 3 года, что обеспечило корректность сопоставления групп. Благодаря применению современных методов лучевого анализа, в т.ч. метода бальной оценки зрелости костного блока в зоне переднего спондилодеза (Патент РФ № 2616270 от 08.07.2015), и адекватной статистической обработке получены результаты, представляющие принципиальную новизну по отношению к реконструкциям позвоночника у детей с инфекционными спондилитами:

- изучена **динамика формирования костного блока** в зоне переднего спондилодеза в условиях применения костной и комбинированной передней реконструкции позвоночника;
- определены предпочтительные **сроки удаления задней инструментальной фиксации** позвоночника после реконструкции 360°;
- выявлены **факторы риска послеоперационных осложнений** операций, анализ которых требует, как детального предоперационного планирования реконструкции позвоночника, так и длительного послеоперационного наблюдения за соответствующими пациентами.

В рамках решения поставленных задач:

1. разработан и апробирован метод переднего спондилодеза, с применением титановой блок-решетки, заполненной аутокостью, подробно

изложены этапы предоперационного расчета протяженности реконструкции передней колонны позвоночника, с оценкой *передне-заднего, поперечного и вертикального размеров* зоны вертебральной реконструкции;

2. оценен неврологический статус по шкале Frankel, выявивший отсутствие достоверных различий в исследуемых группах ( $p > 0,05$ ), однако позволивший определить, что у детей с *туберкулезным спондилитом* частота указанных расстройств достоверно выше ( $p = 0,042$ ,  $OR = 2,659$ );

3. показано, что степень операционной коррекции кифотической деформации позвоночника не зависела от варианта переднего межтелового спондилодеза ( $p = 0,642$ ). В тоже время, показатели потери операционной коррекции кифоза в отдаленном периоде в группах различались ( $p = 0,039$ ): так, использование титановой блок-решетки с аутокостью обеспечило надежное сохранение достигнутой коррекции к концу послеоперационного наблюдения, не превысив величину потери в пределах ошибки измерения угловых параметров  $4^\circ$  (средняя потеря коррекции  $3,7^\circ \pm 0,9^\circ$ ,  $\min 1,2^\circ$ ,  $\max 5^\circ$ ), в то время как при использовании изолированных костных трансплантатов потеря коррекции в отдаленном периоде в среднем составила  $21,5^\circ$  ( $\min 5^\circ$ ,  $\max 90^\circ$ );

4. изучена динамика формирования костного блока в зоне переднего спондилодеза с использованием 5-ти балльной оценочной шкалы, выявлено, что зрелый передний костный блок при использовании титановой блок-решетки с аутокостью к 12 месяцу после операции отмечен как в краниальном ( $p < 0,001$ ), так и в каудальном блокируемых сегментах в 95,8% и 92,5% соответственно, даже в условиях полисегментарных реконструкций ( $p = 0,038$ ), что существенно превышает показатели зрелости костного блока, достигнутые при использовании костных трансплантатов.

Учитывая то, что сроки удаления задней инструментальной фиксации обладали прямой зависимостью от формирования переднего костного блока, полученные данные позволили оптимизировать сроки удаления задней инструментальной фиксации в сторону их снижения. При использовании титановой блок-решетки с аутокостью они составили  $16 \pm 2$  мес., что обеспечило

снижение показателя в сравнении с изолированными костными трансплантатами на 57,8% ( $p = 0,003$ ).

В рамках когортного анализа изучены факторы риска послеоперационных осложнений с определением достоверности и степени их влияния. Было показано, что...

*полисегментарный (2 и более ПДС) характер деструкции* связан с более высоким риском развития поздних осложнений в сравнении с моносегментарным процессом ( $p = 0,027$ , OR = 2,479);

*грудная локализация деструкции* связана с более высоким риском прогрессирования деформации ( $p = 0,039$ ; OR = 1,778), а *поясничная* – с более высоким риском развития псевдоартроза ( $p = 0,016$ ; OR = 2,250);

*пол* ( $p = 0,151$ ), *возраст* пациентов на момент операции ( $p = 0,180$ , OR = 5,956), *этиология спондилита* ( $p = 0,697$ ) и *материал для переднего спондилодеза* ( $p = 0,694$ , OR = 1,693) не влияли на риск развития послеоперационных осложнений;

частота послеоперационных осложнений была выше при *туберкулезном спондилите* (OR = 1,693; CI = 95%), а также при использовании *изолированных костных трансплантатов* (OR = 2,154; CI = 95%).

Таким образом, в когортном исследовании показана эффективность и безопасность применения титановых блок-решеток, заполненных аутокостью в хирургическом лечении инфекционных спондилитов у детей, как в ближайшем, так и в отдаленном послеоперационном периодах, в сравнении с изолированными костными трансплантатами. Разработан метод переднего спондилодеза с применением титановой блок-решетки с аутокостью для хирургического лечения инфекционных спондилитов у детей, позволяющий одномоментно проводить контролируемую дистракцию передней колонны в условия нестабильного позвоночника и выполнять передний спондилодез. Получены данные, свидетельствующие об ускорении формирования переднего костного блока, как в краниальном, так и в каудальном блокируемых сегментах при использовании титановых блок-решеток, заполненных аутокостью, что в

свою очередь позволило сократить длительность задней инструментальной фиксации позвоночника более чем вдвое. Кроме того, показано, что применение титановых блок решеток с аутокостью обеспечивает надежное сохранение достигнутой степени операционной коррекции деформации в отдаленном периоде, как при полисегментарных, так и при моносегментарных реконструкциях.

## ВЫВОДЫ

1. Использование для переднего спондилодеза у детей с инфекционными спондилитами титановой блок-решетки с аутокостью в сравнении с изолированным костным трансплантатом обеспечивает достоверное снижение степени потери коррекции деформации в отдаленном периоде.

2. Проведение переднего спондилодеза титановой блок-решеткой с аутокостью обеспечивает к 12 месяцу после операции формирование зрелого костного блока более, чем в 90% случаев независимо от протяженности реконструкции, что позволяет демонтировать задние фиксирующие конструкции вдвое раньше, чем при костном переднем спондилодезе.

3. Применение титановой блок-решетки с аутокостью при реконструкциях позвоночника у детей с инфекционными спондилитами снижает частоту поздних послеоперационных осложнений более, чем в два раза, риск формирования псевдоартроза – в четыре раза и полностью исключает возможность перелома/резорбции трансплантата.

4. Факторами риска поздних послеоперационных осложнений реконструкций позвоночника у детей с инфекционными спондилитами являются полисегментарный характер деструкции, грудная локализация поражения имеет связь с прогрессированием деформации, а поясничная – с формированием псевдоартроза. Этиология спондилита, пол и возраст пациентов не оказывают достоверного влияния на риск послеоперационных осложнений.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При хирургическом лечении инфекционных спондилитов у детей для реконструкции передней колонны позвоночника титановую блок-решетку, заполненную аутокостью, следует считать методом выбора.

2. Индивидуальный размер титановой блок-решетки (диаметр, высоту) определяют при предоперационном планировании по КТ, рассчитывая поперечный и передне-задний размеры блокируемых позвонков и вертикальный размер зоны вертебральной деструкции.

3. Для определения сроков удаления задней инструментальной фиксации позвоночника необходимо оценивать степень зрелости переднего костного блока спустя 6 и 12 месяцев после операции с применением 5-бальной оценочной шкалы. Удалять заднюю инструментальную фиксацию следует при достижении зрелого, соответствующего 4 и 5-ти баллам, костного блока.

4. Контроль отдаленных результатов реконструкций позвоночника у детей с инфекционными спондилитами целесообразно осуществлять длительно ввиду развития большинства ортопедических осложнений в сроки более 3 лет с момента операции.



## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОПРОСОВ, РАССМАТРИВАЕМЫХ В РАМКАХ ДИССЕРТАЦИИ**

Рассматриваемые в рамках диссертационного исследования отдаленные результаты реконструкций позвоночника у детей с применением титановой блок-решки, заполненной аутокостью не “перекрывают” период пред- и пубертатного ростового спурта (12 – 16 лет), что у детей раннего возраста может быть оценено только через 10 - 13 лет после операции. Дальнейшее изучение отдаленных результатов (10 лет и более) реконструкций позвоночника в условиях деструктивных поражений различной (инфекционной, неинфекционной и опухолевой) этиологии позволит оптимизировать алгоритмы хирургического лечения и послеоперационного наблюдения, что приведет к снижению “негативных” последствий, связанных с потенциальным замедлением роста оперированного отдела позвоночника, прежде всего, при полисегментарных реконструкциях.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЗИФ	– задняя инструментальная фиксация ИС – инфекционные спондилиты
КС	– “костный” спондилодез: передний спондилодез изолированным костным трансплантатом
ХНС	– хронический неспецифический (пиогенный) спондилит
ПДС	– позвоночно-двигательный сегмент
РТ ПЦР	– полимеразно-цепная реакция в реальном времени (англ. RT PCR)
ТБ	– туберкулезный спондилит
ТМС	– titanium mesh cage, титановая блок-решетка
ТМС+АК	– комбинированный передний спондилодез титановой блок решеткой, заполненной аутокостью
LONS	– late onset neonatal sepsis, поздний сепсис новорожденных
ODI	– Oswestry disability index, анкета качества жизни Освестри
PJK	– proximal junctional kyphosis, проксимальный контактный кифоз
PSO	– pedicle subtraction osteotomies, педикулярная субтракционная вертебротомия
VCR	– vertebral column resection, трехколонная вертебротомия из дорсального доступа

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Баулин, И.А. 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.
2. Воронцов, И.М. Пропедевтика детских болезней / И.М. Воронцов, А.В.Мазурин // – СПб. : Фолиант, 2009. – 1008 с.
3. Гарбуз, А.Е. Реконструктивная хирургия позвоночника при распространенных формах туберкулезного спондилита и его последствиях : дис. ... д-ра мед. наук / Гарбуз Анатолий Ефимович. – Л., 1988. – 425 С.
4. Гусева, В.Н. Передний спондилодез рёберным трансплантатом на питающей ножке при туберкулёзном спондилите : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Гусева Валентина Николаевна. – Л., 1983. – 24 с.
5. Коваленко, Д.Г. Хирургическое вмешательство в комплексном лечении гематогенного остеомиелита позвоночного столба / Д.Г. Коваленко, А.В. Савченко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1974. – № 6. – С. 19–24.
6. Коваленко, К.Н. Реконструктивная хирургия туберкулезного спондилита у детей младшего возраста : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Коваленко Клариса Николаевна. – Л., 1990. – 41 с.
7. Копчак, О.Л. Вертебральная форма небактериального остеомиелита: клинико-лабораторная характеристика и особенности лечения / О.Л. Копчак, А.Ю. Мушкин, М.М. Костик, А.С. Малетин // Хирургия позвоночника. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 90–101.

8. Куклин, Д.В. Эффективность хирургического лечения распространенного туберкулеза позвоночника с применением титановых блок-решеток для переднего спондилодеза / Д.В. Куклин, И.А. Баулин, М.В. Беляков, Е.А. Дорофеев, А.Ю. Мушкин // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 3. – С. 62– 67.
9. Куклин, Д.В. Реконструкция позвоночника при туберкулезном спондилите / Д.В. Куклин, А.Ю. Мушкин, М.С. Сердобинцев, Л.А. Дорофеев, М.В. Беляков // Медицинский альянс. – 2015. – № 1. – С. 157.
10. Куклин, Д.В. Хирургическое лечение многоуровневых туберкулезных спондилитов, осложненных грубой деформацией позвоночника / Д.В. Куклин, А.Ю. Мушкин, М.С. Сердобинцев, Л.А. Дорофеев, М.В. Беляков, И.Г. Роднова // Туберкулез и болезни легких. – 2011. – Т. 88, № 4. – С. 222– 223.
11. Левашов, Ю.Н. Руководство по хирургическому лечению костно- суставного туберкулеза / Ю.Н. Левашов, А.Ю. Мушкин //– СПб. : ЭЛБИ- СПб, 2008. – 226 с.
12. Маламашин, Д.Б. Биопсия в дифференциальной диагностике заболеваний позвоночника с ограниченной деструкцией у детей : дис. ... канд. мед. наук / Маламашин Денис Борисович. – СПб., 2009. – 82 с.
13. Мушкин, А.Ю. Хирургическая коррекция несистемных угловых кифозов у детей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Мушкин Александр Юрьевич. – СПб., 2000. – 21 с.
14. Мушкин, А.Ю. Информативность чрескожной трепанобиопсии в дифференциальной диагностике ограниченных деструктивных поражений позвоночника / А.Ю. Мушкин, А.В. Алаторцев, Д.Б. Маламашин, Е.О. Перецманас, Д.В. Куклин // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 1. – С. 62– 66.
15. Мушкин, А.Ю. Хирургическое лечение субокципитального туберкулеза у

- детей / А.Ю. Мушкин, А.В. Алаторцев, А.А. Першин, Э.В. Ульрих, В.А. Евсеев, К.Н. Коваленко, Н.А. Советова // Хирургия позвоночника. –2008. – № 4. – С. 47–51.
16. Мушкин, А.Ю. Реконструкция позвоночника при распространенных полисегментарных разрушениях / А.Ю. Мушкин, Д.В. Куклин, Л.А. Дорофеев, Д.В. Кравцов, И.Г. Роднова // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 3. – С. 60–65.
17. Мушкин, А.Ю. 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. 15–20.
18. Мушкин, А.Ю. VCG - спондилиты у детей (серия клинических наблюдений) / А.Ю. Мушкин, Д.Б. Маламашин, М.Н. Бакин, В.А. Голубев // Медицинский альянс. – 2014. – № 2. – С. 13–17.
19. Мушкин, А.Ю. Способ переднего спондилодеза при кифозах у детей / А.Ю. Мушкин, А.А. Першин, В.А. Евсеев // Патент на изобретение RUS 2234876 от 30.07.2002.
20. Мушкин, А.Ю. Субокципитальный туберкулез: отдаленный результат первой краниовертебральной реконструкции, выполненной у ребенка (редкое клиническое наблюдение) / А.Ю. Мушкин, В.П. Смищук, В.А. Евсеев, Е.Ю. Малярова // Медицинский альянс. – 2015. – № 3. – С. 80–85.
21. Мушкин, А.Ю. Субокципитальный туберкулез: клинико-лучевые особенности и возможности современного хирургического лечения / А.Ю. Мушкин, Н.А. Советова, А.В. Алаторцев, В.П. Смищук, А.З. Некачалова, К.Н. Коваленко, В.Г. Авдеева // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2008. – Т. 85, № 12. – С. 40–45.
22. Мушкин, А.Ю. Укорачивающая вертебротомия при гигантоклеточной

- опухоли позвонка у ребенка / А.Ю. Мушкин, Э.В. Ульрих, Е.Ю. Малярова // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 1. – С. 60–63.
23. Першин, А.А. Хирургическая коррекция грубых кифозов при туберкулезном спондилите у детей : дис. ... канд. мед. наук / Першин Андрей Александрович. – СПб., 2007. – 134 с.
24. Першин, А.А. Дифференциальная диагностика туберкулезного спондилита у детей: остеомиелит позвоночника как проявление сепсиса новорожденных / А.А. Першин, А.Ю. Мушкин, Е.Ю. Малярова // Туберкулез и болезни легких. – 2015. – № 6. – С. 114–115.
25. Першин, А.А. Влияние протяженной задней инструментальной фиксации на рост позвонков после хирургической коррекции грубых кифозов у детей / А.А. Першин, А.Ю. Мушкин, В.В. Новиков // Хирургия позвоночника. – 2009. – № 1. – С. 25–30.
26. Тиходеев, С.А. Хирургическое лечение гематогенного остеомиелита позвоночника : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Тиходеев Сергей Алексеевич. – Л., 1990. – 41 с.
27. Abu Jawdeh L. Aspergillus vertebral osteomyelitis in a child with a primary monocyte killing defect: response to GM-CSF therapy / L. Abu Jawdeh, R. Haidar, F. Bitar, S. Mroueh, S. Akel, N. Nuwayri-Salti, G.S. Dbaibo // J Infect. – 2000. – № 41. – P. 97-100.
28. Acosta F.L. Jr Diagnosis and management of adult pyogenic osteomyelitis of the cervical spine / F.L. Jr Acosta, C.T. Chin, A. Quiñones-Hinojosa, C.P. Ames, P.R. Weinstein, D. Chou // Neurosurg Focus. – 2004. – № 17. – P. E2.
29. Aggarwal A. Fate of kyphosis in tuberculosis of subaxial cervical spine treated non-operatively / A. Aggarwal, A. Jain, N. Jajoida, R. Nand, S. Kumar, C. Kumar // Acta Orthop Belg. – 2014. – Vol. 4, № 80. – P. 451–456.

30. Akamaru T. Healing of autologous bone in a titanium mesh cage used in anterior column reconstruction after total spondylectomy / T. Akamaru, N. Kawahara, H. Tsuchiya, T. Kobayashi, H. Murakami, K. Tomita // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – Vol. 13, № 27. – P. 329–333.
31. Alam S. Surgery for spinal tuberculosis: a multi-center experience of 582 cases / M.S. Alam, K. Phan, R. Karim, S.A. Jonayed, H.K. Munir, S. Chakraborty, T. Alam // *J Spine Surg*. – 2015. – Vol. 1, № 1. – P. 65–71.
32. Al-Tawfiq J.A. Vertebral osteomyelitis due to *Aspergillus fumigatus* in a patient with chronic granulomatous disease successfully treated with antifungal agents and interferon-gamma / J.A. Al-Tawfiq, H.M. Al-Abdely // *Med Mycol*. – 2010. – № 48. – P. 537–541.
33. Ansari S. Spine infection: a review / S. Ansari, A.N. Ashraf, K.A. Moutaery // *Neurosurg Q*. – 2001. – № 11. – P. 112–123.
34. Arrington E.D. 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. – № 329. – P. 300–309.
35. Beluffi G. Spinal osteomyelitis due to *Aspergillus flavus* in a child: a rare complication after haematopoietic stem cell transplantation / G. Beluffi, M.E. Bernardo, G. Meloni, A. Spinazzola, F. Locatelli // *Pediatr Radiol*. – 2008. – № 38. – P. 709–712.
36. Berbari E.F. 2015 infectious diseases society of America (IDSA) clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of native vertebral osteomyelitis in adults / E.F. Berbari, S.S. Kanj, T.J. Kowalski, R.O. Darouiche, A.F. Widmer, S.K. Schmitt, E.F. Hendershot, P.D. Holtom, P.M. 3rd Huddleston, G.W. Petermann, D.R. Osmon // *Clin Infect Dis*. – 2015. – № 61. – P. e26–e46.
37. Beronius M. Vertebral osteomyelitis in Goteborg, Sweden: a retrospective study of patients during 1990–95 / M. Beronius, B. Bergman, R. Andersson // *Scand J Infect*

- Dis. – 2001. – № 33. – P. 527–532.
38. Bettini N. Evaluation of conservative treatment of non-specific spondylodiscitis/ N. Bettini, M. Girardo, E. Dema, S. Cervellati // *Eur Spine J.* – 2009. – Vol. 1, № 18. – P. 143–150.
39. Bezer M. Transpedicular decancellation osteotomy in the treatment of posttuberculous kyphosis / M. Bezer, F. Kucukdurmaz, O. Guven // *J Spinal Disord Tech.* – 2007. – Vol. 3, № 20. – P. 209–215.
40. Burns P.B. The levels of evidence and their role in evidence-based medicine / P.B. Burns, R.J. Rohrich, K.C. Chung // *Plast Reconstr Surg.* – 2011. – Vol. 1, № 128. – P. 305–310.
41. Chang D.G. Pediatric posterior vertebral column resection (PVCR): before and after ten years of age: greater than 10-year follow-up / D.G. Chang, J.H. Yang, J.H. Lee, J.H. Kim, S.W. Suh, Y.H. Kim, K.Y. Ha, S.I. Suk // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – Vol. 21, № 41. – P. E1271–1278.
42. Chahoud J. Surgical site infections following spine surgery: eliminating the controversies in the diagnosis / J. Chahoud, Z. Kanafani, S.S. Kanj // *Front Med (Lausanne)*. – 2014. – Vol. 1, №7. – P. 1–10.
43. Christodoulou A.G. Treatment of tuberculous spondylitis with anterior stabilization and titanium cage / A.G. Christodoulou, P. Givissis, D. Karataglis, P.D. Symeonidis, J. Pournaras // *Clin Orthop.* – 2006. – №. 444. – P. 60–65.
44. Colmenero J.D. Pyogenic, tuberculous, and brucellar vertebral osteomyelitis: a descriptive and comparative study of 219 cases / J.D. Colmenero, M.E. Jiménez-Mejías, F.J. Sánchez-Lora, J.M. Reguera, J. Palomino-Nicás, F. Martos, J. García de las Heras, J. Pachón // *Annals of the Rheumatic Diseases.* – 1997. – № 56. – P. 709–715.
45. Dalal S. Results of single-staged posterior decompression and circumferential



- fusion using a transpedicular approach to correct a kyphotic deformity due to thoracolumbar spinal tuberculosis / S. Dalal, J. Modi, S. Soman, H. Patel, S. Dhanani // *Asian Spine J.* – 2016. – Vol. 6, № 10. – P. 1106–1114.
46. Dalvie S.S. Closed-wedge spinal osteotomy for the correction of post-tubercular kyphosis in children / S.S. Dalvie, V.J. Laheri // *J Bone Joint Surg Br.* – 2000. – № 82-B. – P. 283–284.
47. Dimar J.R. Treatment of pyogenic vertebral osteomyelitis with anterior debridement and fusion followed by delayed posterior spinal fusion / J.R. Dimar, L.Y. Carreon, S.D. Glassman, M.J. Campbell, M.J. Hartman, J.R. Johnson // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2004. – № 29. – P 326–332.
48. Dvorak M.F. 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. 3rd Eiserloh, M. Boyd, P.C. Wing // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – Vol. 9, № 28. – P. 902–908.
49. Eck K.R. Mesh cages for spinal deformity in adults / K.R. Eck, K.H. Bridwell, F.F. Ungacta // *Clin Orthop Relat Res.* – 2002. – № 394. – P. 92–97.
50. Erturer E. The results of simultaneous posterior-anterior-posterior surgery in multilevel tuberculosis spondylitis associated with severe kyphosis / E. Erturer, M. Tezer, M. Aydogan, C. Mirzanlı, I. Ozturk // *Eur Spine J.* – 2010. – Vol. 12, № 19. – P. 2209–2215.
51. Falavigna A. Education in research: from the idea to the publication / A. Falavigna, J.M. Jiménez Avila // *Caxias do Sul, RS: Educs.* – 2015. – 368 p.
52. Fayazi A.H. Preliminary results of staged anterior debridement and reconstruction using titanium mesh cages in the treatment of thoracolumbar vertebral osteomyelitis / A.H. Fayazi, S.C. Ludwig, M. Dabbah, R. Bryan Butler, D.E. Gelb // *Spine J.* – 2004. – Vol. 4, № 4. – P. 388–395.

53. Fernandez M. Discitis and vertebral osteomyelitis in children: an 18-year review / M. Fernandez, C.L. Carrol, C.J. Baker // *Pediatrics*. – 2000. – Vol. 6, № 105. – P. 1299–1304.
54. Ferroni A. Prospective survey of acute osteoarticular infections in a French paediatric orthopedic surgery unit / A. Ferroni, H. Al Khoury, C. Dana, G. Quesne, P. Berche, C. Glorion, Z. Péjin // *Clin. Microbiol. Infect.* – 2013. – № 19. – P. 822–828.
55. Frankel H.L. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia / 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. 3, № 7. – P. 179–192.
56. Fukuda K. Indications and limitations of conservative treatment for pyogenic spondylitis / K. Fukuda, H. Miyamoto, K. Uno, Y. Okada // *J Spinal Disord Tech.* – 2014. – № 27. – P. 316–320.
57. Gamaletsou M.N. Aspergillus osteomyelitis: epidemiology, clinical manifestations, management, and outcome / M.N. Gamaletsou, B. Rammaert, M.A. Bueno, B. Moriyama, N.V. Sipsas, D.P. Kontoyiannis, E. Roilides, V. Zeller, R. Prinapori, S.J. Taj-Aldeen, B. Brause, O. Lortholary, T.J. Walsh // *J Infect.* – 2014. – Vol. 5, № 68. – P. 478–493.
58. Garg B. Anterior versus posterior procedure for surgical treatment of thoracolumbar tuberculosis: A retrospective analysis / B. Garg, P. Kandwal, U.B. Nagaraja, A. Goswami, A. Jayaswal // *Indian J Orthop.* – 2012. – Vol. 2, № 46. – P. 165–170.
59. Glennie R.A. A systematic review with consensus expert opinion of best reconstructive techniques after osseous en bloc spinal column tumor resection / R.A. Glennie, Y.R. Rampersaud, S. Boriani, J.J. Reynolds, R. Williams, Z.L. Gokaslan, M.H. Schmidt, P.P. Varga, C.G. Fisher // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2016. – № 41, Suppl. 20. – P. S205–S211.

60. Gouliouris T. Spondylodiscitis: update on diagnosis and management / T. Gouliouris, S.H. Aliyu, N.M. Brown // *J Antimicrob Chemother.* – 2010. – № 65, Suppl. 3. – P. 11–24.
61. Grob D. Titanium mesh cages (TMC) in spine surgery / D. Grob, S. Daehn, A.F. Mannion // *Eur Spine J.* – 2005. – Vol. 3, № 14. – P. 211–221.
62. Guo Z. Treating children with spinal tuberculosis via debridement with allograft / Z. Guo, M. Yao, J. Wang, K. Sun, Z. Ji // *West Indian Med J.* – 2017. – Vol. 2, № 66. – P. 357–360.
63. Hadjipavlou A.G. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management / A.G. Hadjipavlou, J.T. Mader, J.T. Necessary, A.J. Muffoletto // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2000. – № 25. – P. 1668–1679.
64. Heyde E.C. Surgical treatment of spondylodiscitis in the cervical spine: a minimum 2-year follow-up / C.E. Heyde, H. Boehm, H. El Saghir, S.K. Tschöke, R. Kayser // *Eur Spine J.* – 2006. – №. 15. – P. 1380–1387.
65. He Q.Y. Treatment effect, postoperative complications, and their reasons in juvenile thoracic and lumbar spinal tuberculosis surgery / Q.Y. He, J.Z. Xu, Q. Zhou, F. Luo, T. Hou, Z. Zhang // *J Orthop Surg Res.* – 2015. – №. 10. – P. 156.
66. Hee H.T. Better treatment of vertebral osteomyelitis using posterior stabilization and titanium mesh cages / H.T. Hee, M.E. Majd, R.T. Holt, D. Pienkowski // *J Spinal Disord Tech.* – 2002. – № 15. – P. 149–156.
67. Helenius I. The incidence and outcomes of vertebral column resection in paediatric patients / I. Helenius, J. Serlo, O. Pajulo // *J Bone Joint Surg Br.* – 2012. – Vol. 7, № 94. – P. 950–955.
68. Heo W. 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. 4, № 50. – P. 357–362.

69. Hibbs R.A. An operation for progressive spinal deformities / R.A. Hibbs // *New York Medical Journal*. – 1911. – № 93. – P. 1013.
70. Hodgson A.R. Anterior spinal fusion. A preliminary communication on the radical treatment of Pott's disease and Pott's paraplegia / A.R. Hodgson, F.E. Stock // *Br J Surg*. – 1956. – № 44. – P. 1266–1275.
71. Hong-Qi Z. Modified pedicle subtraction osteotomies (mPSO) for thoracolumbar post-tubercular kyphosis in pediatric patients: retrospective clinical cases and review of the literature / Z. Hong-Qi, C. Yong, H. Jia, G. Chaofeng, H. Xiongke // *Childs Nerv Syst*. – 2015. – Vol. 8, № 31. – P. 1347– 1354.
72. Hu J. Active thoracic and lumbar spinal tuberculosis in children with kyphotic deformity treated by one-stage posterior instrumentation combined anterior debridement: preliminary study / J. Hu, D. Li, Y. Kang, X. Pang, T. Wu, C. Duan, Y. Cao // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. – 2014. – № 24, Suppl. 1. – P. S221-S229.
73. Hu X. One-stage posterior focus debridement, fusion, and instrumentation in surgical treatment of spinal tuberculosis with kyphosis in children / X. Hu, H. Zhang, X. Yin, Y. Chen, H. Yu, Z. Zhou // *Childs Nerv Syst*. – 2016. – Vol. 3, № 32. – P. 535–539.
74. Huang Q.S. One-stage surgical management for children with spinal tuberculosis by anterior decompression and posterior instrumentation / Q.S. Huang, C. Zheng, Y. Hu, X. Yin, H. Xu, G. Zhang, Q. Wang // *International Orthopaedics (SICOT)*. – 2009. – № 33. – P. 1385–1390.
75. Issack P.S. Surgical correction of kyphotic deformity in spinal tuberculosis / P.S. Issack, O. Boachie-Adjei // *Int Orthop*. – 2012. – Vol. 2, № 36. – P. 353–357.
76. Jain A.K. Kyphosis in spinal tuberculosis – Prevention and correction / A.K. Jain, I.K. Dhammi, S. Jain, P. Mishra // *Indian J Orthop*. – 2010. – Vol. 2, № 44. – P. 127–136.

77. Jeszenszky D. Posterior vertebral column resection in early onset spinal deformities / D. Jeszenszky, D. Haschtmann, F.S. Kleinstück, M. Sutter, A. Eggspühler, M. Weiss, T.F. Fekete // *Eur Spine J.* – 2014. – № 23. – P. 198–208.
78. Jin D. One-stage anterior interbody autografting and instrumentation in primary surgical management of thoracolumbar spinal tuberculosis / D. Jin, D. Qu, J. Chen, H. Zhang // *Eur Spine J.* – 2004. – Vol. 2, № 13. – P. 114–121.
79. Johnson T.M. Pneumococcal vertebral osteomyelitis after epidural injection: a rare event / T.M. Johnson, C. Chitturi, M. Lange, J.S. Suh, J. Slim // *Journal of Global Infectious Diseases.* – 2016. – Vol. 3, № 8. – P. 121–123.
80. Kim B.J. The clinical study of tuberculous spondylitis / B.J. Kim, S. Ko, Y. Lim, J.G. Seo, S.K. Zoo, T.H. Jeon // *J Korean Orthop Assoc.* – 1993. – № 28. – P. 2221–2232.
81. Koptan W. Single stage anterior reconstruction using titanium mesh cages in neglected kyphotic tuberculous spondylodiscitis of the cervical spine / W. Koptan, Y. Elmiligui, M. Elsharkawi // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 2, № 20. – P. 308–313.
82. Korovessis P. One-stage combined surgery with mesh cages for treatment of septic spondylitis / P. Korovessis, G. Petsinis, G. Koureas, P. Iliopoulos, S. Zacharatos // *Clin Orthop.* – 2006. – № 444. – P. 51–59.
83. Korovessis P. 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 / P. Korovessis, T. Repantis, P. Iliopoulos, A. Hadjipavlou // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2008. – Vol. 21, № 33. – P. E759–767.
84. Korovessis P. Mesh cage for treatment of hematogenous spondylitis and spondylodiskitis. How safe and successful is its use in acute and chronic complicated cases? A systematic review of literature over a decade / P. Korovessis, K. Vardakastanis, P. Fennema, V. Syrimbeis // *Eur J Orthop Surg Traumatol.* –

2016. – Vol. 7, № 26. – P. 753–761.

85. Kumar R. Spinal tuberculosis: with reference to the children of northern India / R. Kumar // *Childs Nerv Syst.* – 2005. – Vol. 1, № 21. – P. 19–26.
86. Lan X. One-stage debridement and bone grafting with internal fixation via posterior approach for treatment of children thoracic spine tuberculosis / X. Lan, J.Z. Xu, F. Luo, X.M. Liu, B.F. Ge // *Zhongguo Gu Shang.* – 2013. – Vol. 4, № 26. – P. 320–323.
87. Ledermann H.P. MR imaging findings in spinal infections: rules or myths? / H.P. Ledermann, M.E. Schweitzer, W.B. Morrison, J.A. Carrino // *Radiology.* – 2003. – Vol. 2, № 228. – P. 506–514.
88. Lee K.Y. Comparison of pyogenic spondylitis and tuberculous spondylitis / K.Y. Lee // *Asian Spine Journal.* – 2014. – Vol. 2, № 8. – P. 216–223.
89. Lee M.C. Instrumentation in patients with spinal infection / M.C. Lee, M.Y. Wang, R.G. Fessler, J. Liauw, D.H. Kim // *Neurosurg Focus.* – 2004. – Vol. 6, № 17. – P. E7.
90. Legrand E. Management of nontuberculous infectious discitis. Treatments used in 110 patients admitted to 12 teaching hospitals in France / E. Legrand, R.M. Flipo, P. Guggenbuhl, C. Masson, J.F. Maillefert, M. Soubrier, E. Noël, A. Saraux, C.S. Di Fazano, J. Sibilis, P. Goupille, X. Chevalie, A. Cantagrel, T. Conrozier, P. Ravaud, F. Lioté // *Joint Bone Spine.* – 2001. – № 68. – P. 504–509.
91. Lenke L.G. Mesh cages in idiopathic scoliosis in adolescents / L.G. Lenke, K.H. Bridwell // *Clin Orthop Relat Res.* – 2002. – № 394. – P. 98–108.
92. Lewandrowski K.U. Anterior spinal arthrodesis with structural cortical allografts and instrumentation for spine tumor surgery / K.U. Lewandrowski, A.C. Hecht, T.F. DeLaney, P.A. Chapman, F.J. Hornicek, F.X. Pedlow // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2004. – Vol. 10, № 29. – P. 1150–1158.

93. Liu J. Efficacy and safety of posterior versus combined posterior and anterior approach for the treatment of spinal tuberculosis: a meta-analysis / J. Liu, L. Wan, X. Long, S. Huang, M. Dai, Z. Liu // *World Neurosurg.* – 2015. – № 83. – P. 1157–1165.
94. Makins G.H. On acute primary osteomyelitis of the vertebra / G.H. Makins, F.C. Abbott // *Annals of Surgery.* – 1896. – № 23. – P. 510–539.
95. Mao N. Long-term outcomes of one-stage anterior debridement, bone grafting, and internal fixation for the treatment of lower cervical tuberculosis with kyphosis / N. Mao, Z. Shi, H. Ni, Y. Zhao, H. Tang, D. Liu, X. Zhu, Y. Bai, M. Li // *Br J Neurosurg.* – 2013. – Vol. 2, № 27. – P. 160–166.
96. Masuda T. Surgical treatment with spinal instrumentation for pyogenic spondylodiscitis due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a report of five cases / T. Masuda, K. Miyamoto, H. Hosoe, H. Sakaeda, M. Tanaka, K. Shimizu // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2006. – № 126. – P. 339–345.
97. McHenry M.C. Vertebral osteomyelitis: long-term outcome for 253 patients from 7 Cleveland-area hospitals / M.C. McHenry, K.A. Easley, G.A. Locker // *Clin Infect Dis.* – 2002. – № 34. – P. 1342–1350.
98. Mehta J.S. Tuberculosis of the thoracic spine. A classification based on the selection of surgical strategies / J.S. Mehta, S.Y. Bhojraj // *J Bone Joint Surg Br.* – 2001. – № 83. – P. 859–863.
99. Merk H. Implantation of a Harms titanium mesh cylinder for vertebral body replacement in spinal metastases / H. Merk, H. Koch, C. Liebau, A. Baltzer, L. Dragendorf, H. Grasshoff // *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* – 2000. – Vol. 2, № 138. – P. 169–173.
100. Moon M. Spinal tuberculosis in children: Retrospective analysis of 124 patients / M.S. Moon, S.S. Kim, B.J. Lee, J.L. Moon // *Indian J Orthop.* – 2012. – № 46. – P. 150–158.

101. Moon M.S. Conservative treatment of tuberculosis of the lumbar and lumbosacral spine / M.S. Moon, Y.W. Moon, J.L. Moon, S.S. Kim, D.H. Sun // *Clin Orthop Relat Res.* –2002. – № 398. – P. 40–49.
102. Narotam P.K. Titanium mesh cages for cervical spine stabilization after corpectomy: a clinical and radiological study / P.K. Narotam, S.M. Pauley, G.J. McGinn // *J Neurosurg.* – 2003. – № 99, Suppl. 2. – P. 172–180.
103. Oguz E. A new classification and guide for surgical treatment of spinal tuberculosis / E. Oguz, A. Sehirlioglu, M. Altinmakas, C. Ozturk, M. Komurcu, C. Solakoglu, A.R. Vaccaro // *Int Orthop.* – 2008. – № 32. – P. 127–133.
104. Ozalay M. Non-tuberculous thoracic and lumbar spondylodiscitis: single- stage anterior debridement and reconstruction, combined with posterior instrumentation and grafting / M. Ozalay, O. Sahin, A. Derincek, U. Onay, T. Turunc, M. Uysal // *Acta Orthop Belg.* – 2010. – Vol. 1, № 76. – P. 100–106.
105. Pee Y.H. Anterior debridement and fusion followed by posterior pedicle screw fixation in pyogenic spondylodiscitis: autologous iliac bone strut versus cage / Y.H. Pee, J.D. Park, Y.G. Choi, S.H. Lee // *J Neurosurg Spine.* – 2008. – Vol. 5, № 8. – P. 405–412.
106. Pola E. New classification for the treatment of pyogenic spondylodiscitis: validation study on a population of 250 patients with a follow-up of 2 years / E. Pola, G. Autore, V.M. Formica, V. Pambianco, D. Colangelo, R. Cauda, M. Fantoni // *Eur Spine J.* – 2017. – № 26, Suppl. 4. – P. 479–488.
107. Qureshi M.A. Surgical management of contiguous multilevel thoracolumbar tuberculous spondylitis / M.A. Qureshi, A.B. Khalique, W. Afzal, I.F. Pasha, M. Aebi // *Eur Spine J.* – 2013. – № 22, Suppl. 4. – P. 618–623.
108. Raich A.L. Asking the right question: specifying your study question / A.L. Raich, A.C. Skelly // *Evid Based Spine Care J.* – 2013. – Vol. 2, № 4. – P. 68– 71.



109. Rajasekaran S. Kyphotic deformity in spinal tuberculosis and its management / S. Rajasekaran // *Int Orthop.* – 2012. – Vol. 2, № 36. – P. 359–365.
110. Rajasekaran S. Spinal infections and trauma / S. Rajasekaran // Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. – 2011.
111. Rajasekaran S. Natural history of Pott's kyphosis / S. Rajasekaran // *Eur Spine J.* – 2013. – № 22, Suppl. 4. – P. 634–640.
112. Rajasekaran S. The problem of deformity in spinal tuberculosis / S. Rajasekaran // *Clin Orthop Relat Res.* – 2002. – № 398. – P. 85–92.
113. Rajasekaran S. Closing–opening wedge osteotomy for severe, rigid, thoracolumbar posttubercular kyphosis / S. Rajasekaran, K.P. Rishi Muges, A.P. Shetty // *Eur Spine J.* – 2011. – Vol. 3, № 20. – P. 343–348.
114. Rajasekaran S. Drug therapy in spinal tuberculosis / S. Rajasekaran, G. Khandelwal // *Eur Spine J.* – 2013. – № 22, Suppl. 4. – P. 587–593.
115. Rajasekaran S. Morphological changes during growth in healed childhood spinal tuberculosis: a 15-year prospective study of 61 children treated with ambulatory chemotherapy / S. Rajasekaran, A. Prasad Shetty, J. Dheenadhayalan, J. Shashidhar Reddy, J. Naresh-Babu, T. Kishen // *J Pediatr Orthop.* – 2006. – № 26. – P. 716–724.
116. Rajasekaran S. Single-stage closing-opening wedge osteotomy of spine to correct severe post-tubercular kyphotic deformities of the spine: a 3-year follow-up of 17 patients / S. Rajasekaran, K. Vijay, A.P. Shetty // *Eur Spine J.* – 2010. – Vol. 4, № 19. – P. 583–592.
117. Robertson P.A. Radiologic stability of titanium mesh cages for anterior spinal reconstruction following thoracolumbar corpectomy / P.A. Robertson, H.J. Rawlinson, A.T. Hadlow // *J Spinal Disord Tech.* – 2004. – Vol. 1, № 17. – P. 44–52.

118. Ruf M. Treatment of vertebral osteomyelitis by radical debridement and stabilization using titanium mesh cages / M. Ruf, D. Stoltze, H.R. Merk, M. Ames, J. Harms // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2007. – № 32. – P. 275–280.
119. Rutges J.P. Outcome of conservative and surgical treatment of pyogenic spondylodiscitis: a systematic literature review / J.P. Rutges, D.H. Kempen, M. van Dijk, F.C. Oner // *Eur Spine J*. – 2016. – № 25. – P. 983–999.
120. Sasso R.C. Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment / R.C. Sasso, J.C. LeHuec, C. Shaffrey // *J Spinal Disord Tech*. – 2005. – Suppl. 18. – P. S77–S81.
121. Schroeder M. Posterior only vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformities in pediatric patients: a retrospective case series / M. Schroeder, L. Viezens, P. Kunkel, K. Ridderbusch, T.N. Hissnauer, O.D. Jungesblut, M. Hoffmann, J.M. Rueger, R. Stuecker // *World Neurosurg*. – 2017. – № 101. – P. 425–430.
122. Schulitz K.P. Growth changes of solidly fused kyphotic bloc after surgery for tuberculosis. Comparison of four procedures / K.P. Schulitz, R. Kothe, J.C. Leong, P. Wehling // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1997. – Vol. 10, № 22. – P. 1150–1155.
123. Schuster J.M. Use of structural allografts in spinal osteomyelitis: a review of 47 cases / J.M. Schuster, A.M. Avellino, F.A. Mann, A.A. Girouard, M.S. Grady, D.W. Newell, H.R. Winn, J.R. Chapman, S.K. Mirza // *J Neurosurg*. – 2000. – № 93. – P. 8–14.
124. Schwab F. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification / F. Schwab, B. Blondel, E. Chay, J. Demakakos, L. Lenke, P. Tropiano, C. Ames, J.S. Smith, C.I. Shaffrey, S. Glassman, J.P. Farcy, V. Lafage // *Neurosurgery*. – 2014. – Vol. 1, № 74. – P. 112–120.
125. Si M. Anterior versus posterior fixation for the treatment of lumbar pyogenic vertebral osteomyelitis / M. Si, Z.P. Yang, Z.F. Li, Q. Yang, J.M. Li // *Orthopedics*.

- 2013. – Vol. 6, № 36. – P. 831–836.
126. Silber J.S. Donor site morbidity after anterior iliac crest bone harvest for single-level anterior cervical discectomy and fusion / J.S. Silber, D.G. Anderson, S.D. Daffner, B.T. Brislin, J.M. Leland, A.S. Hilibrand, A.R. Vaccaro, T.J. Albert // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2003. – № 28. – P. 134–139.
127. Skaf G.S. Pyogenic spondylodiscitis: an overview / G.S. Skaf, N.T. Domloj, M.G. Fehlings, C.H. Bouclaous, A.S. Sabbagh, Z.A. Kanafani, S.S. Kanj // *J Infect Public Health*. – 2010. – № 3. – P. 5–16.
128. Song K.J. Cervical spinal brucellosis with epidural abscess causing neurologic deficit with negative serologic tests / K.J. Song, S.J. Yoon, K.B. Lee // *World Neurosurg*. – 2012. – № 78. – P. 375 (e15–19).
129. Steinmann J.C. Pseudarthrosis of the spine / J.C. Steinmann, H.N. Herkowitz // *Clin Orthop Relat Res*. – 1992. – № 284. – P. 80–90.
130. Suk S.I. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities / S.I. Suk, J.H. Kim, W.J. Kim, S.M. Lee, E.R. Chung, K.H. Nah // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 2002. – № 27. – P. 2374–2382.
131. Sundararaj G.D. The use of titanium mesh cages in the reconstruction of anterior column defects in active spinal infections: can we rest the crest? / G.D. Sundararaj, R. Amritanand, K. Venkatesh, J. Arockiaraj // *Asian Spine J*. – 2011. – Vol. 3, № 5. – P. 155–161.
132. Sundararaj G.D. Treatment of haematogenous pyogenic vertebral osteomyelitis by single-stage anterior debridement, grafting of the defect and posterior instrumentation / G.D. Sundararaj, N. Babu, R. Amritanand, K. Venkatesh, M. Nithyananth, V.M. Cherian, V.N. Lee // *J Bone Joint Surg Br*. – 2007. – Vol. 9, № 89. – P. 1201–1205.
133. Suwanpimolkul G. Typhoid spondylodiscitis: the first reported case in Southeast

- Asia and review of the literature / G. Suwanpimolkul, S. Nilgate, C. Suankratay // J Med Assoc Thai. – 2010. – Vol. 1, № 93. – P. 137–141.
134. Teo H.E. Skeletal tuberculosis in children / H.E. Teo, W.C. Peh // *Pediatr Radiol.* – 2004. – Vol. 11, № 34. – P. 853–860.
135. Tsiodras S. Clinical assessment and medical treatment of spine infections / S. Tsiodras, M.E. Falagas // *Clin Orthop Relat Res.* – 2006. – № 444. – P. 38–50.
136. Turgut M. Spinal tuberculosis (Pott's disease): its clinical presentation, surgical management, and outcome. A survey study on 694 patients / M. Turgut // *Neurosurg Rev.* – 2001. – № 24. – P. 8–13.
137. Upadhyay S.S. 17-year prospective study of surgical management of spinal tuberculosis in children. Hong Kong operation compared with debridement surgery for short- and long-term outcome of deformity / S.S. Upadhyay, P. Sell, M.J. Saji, B. Sell, A.C. Yau, J.C. Leong // *Spine (Phila Pa 1976).* – 1993. – Vol. 12, № 18. – P. 1704–1711.
138. Wang X.T. Surgical treatment of cervicothoracic junction spinal tuberculosis via combined anterior and posterior approaches in children / X.T. Wang, C.L. Zhou, C.Y. Xi, C.L. Sun, J.L. Yan // *Chin Med J (Engl).* – 2012. – Vol. 8, № 125. – P. 1443–1447.
139. Wang Y.X. One stage posterior focus debridement, interbody grafts, and posterior instrumentation and fusion in the surgical treatment of thoracolumbar spinal tuberculosis with kyphosis in children: a preliminary report / Y.X. Wang, H.Q. Zhang, M.X. Tang, C.F. Guo, A. Deng, J.H. Wu, J.Y. Liu, Z. Deng, J. Chen // *Child Nerv Syst.* – 2016. – Vol. 8, № 32. – P. 1495–1502.
140. Wang Y.A. single posterior approach for multilevel modified vertebral column resection in adults with severe rigid congenital kyphoscoliosis: a retrospective study of 13 cases / Y. Wang, Y. Zhang, X. Zhang, P. Huang, S. Xiao, Z. Wang, Z. Liu, B. Liu, N. Lu, K. Mao // *Eur Spine J.* – 2008. – № 17. – P. 361–372.

141. Wang Z. Posterior mono-segmental fixation, combined with anterior debridement and strut graft, for treatment of the mono-segmental lumbar spine tuberculosis / Z. Wang, H. Yuan, G. Geng, J. Shi, W. Jin // *Int Orthop.* – 2012. – № 36. – P. 325–329.
142. Watts H.G. Tuberculosis of bones and joints / H.G. Watts, R.M. Lifeso // *J Bone Joint Surg Am.* – 1996. – Vol. 2, № 78. – P. 288–298.
143. World Health Organization. Global tuberculosis report // 2015, 20th ed. 192 p.
144. Xia L. Spinal osteotomy techniques in management of severe pediatric spinal deformity and analysis of postoperative complications / L. Xia, P. Li, D. Wang, D. Bao, J. Xu // *Spine (Phila Pa 1976).* – 2015. – Vol. 5, № 40. – P. E286–E292.
145. Xie J. Posterior vertebral column resection for correction of rigid spinal deformity curves greater than 100° / J. Xie, Y. Wang, Z. Zhao, Y. Zhang, Y. Si, T. Li, Z. Yang, L. Liu // *J Neurosurg Spine.* – 2012. – Vol. 6, № 17. – P. 540–551
146. Zimmerli W. Clinical practice. Vertebral osteomyelitis / W. Zimmerli // *N Engl J Med.* – 2010. – № 362. – P. 1022–1029.
147. Zeng H. 360-degree cervical spinal arthrodesis for treatment of pediatric cervical spinal tuberculosis with kyphosis / H. Zeng, X. Shen, C. Luo, Z. Xu, Y. Zhang, Z. Liu, X. Wang, Y. Cao // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2016. – № 17. – P. 175.
148. Zhang H.Q. Two-stage surgical management using posterior instrumentation, anterior debridement and allografting for tuberculosis of the lower lumbar spine in children of elementary school age: minimum 3-year follow-up of 14 patients / H.Q. Zhang, J.S. Li, C.F. Guo, S.H. Liu, M.X. Tang, Y.X. Wang, A. Deng, Q. Le Gao, M.Z. Lin // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2012. – Vol. 9, № 132. – P. 1273–1279.
149. Zhang H. One-stage surgical treatment for upper thoracic spinal tuberculosis by internal fixation, debridement, and combined interbody and posterior fusion via

- posterior-only approach / H. Zhang, B. Sheng, M. Tang, C. Guo, S. Liu, S. Huang, Q. Gao, J. Liu, J. Wu // *Eur Spine J.* –2013. – № 22. – P. 616–623.
150. Zhang H.Q. One-stage posterior focus debridement, fusion, and instrumentation in the surgical treatment of cervicothoracic spinal tuberculosis with kyphosis in children: a preliminary report / H.Q. Zhang, Y.X. Wang, C.F. Guo, D. Zhao, A. Deng, J.H. Wu, J.Y. Liu // *Childs Nerv Syst.* – 2011. – Vol. 5, № 27. – P. 735–742.
151. Zhang H. 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. – № 10. – P. 150.
152. Zhou T. Analysis of 17 cases of posterior vertebral column resection in treating thoracolumbar spinal tuberculous angular kyphosis / T. Zhou, C. Li, B. Liu, X. Tang, Y. Su, Y. Xu // *J Orthop Surg Res.* – 2015. – № 10. – P. 64.