



### Обзорная статья

УДК 616.711.5/6-002.5-089(048.8)

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-1-104-109>

## Туберкулезный спондилит грудопоясничной локализации: выбор оптимального метода хирургического лечения на основе систематизированного обзора литературы

А.А. Карпушин<sup>1</sup>, Д.Г. Наумов<sup>1,2</sup>, А.А. Вишнеvский<sup>1</sup>, А.А. Накаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Андрей Андреевич Карпушин, karpushin@lyag.ru

### Аннотация

**Введение.** Туберкулезный спондилит (ТС) является наиболее распространенной формой внелегочного туберкулеза. При этом поражения грудопоясничного отдела на фоне туберкулезного спондилита представляют одну из наиболее сложных локализаций для хирургического лечения. Анализ литературы по рассматриваемой проблеме свидетельствует об ограниченном количестве информации, посвященной оценке результатов применения различных методик хирургической реконструкции. **Цель.** Определить оптимальный метод хирургического лечения туберкулезного спондилита грудопоясничной локализации. **Материалы и методы.** Выполнен систематизированный обзор литературы с использованием баз данных eLibrary, PubMed, Cochrane Library. Критерии включения: этиологически верифицированный туберкулезный спондилит грудопоясничной локализации, кагамнез  $\geq 1$  года, пациенты старше 18 лет. Отобрана 21 публикация, суммирующая 1209 наблюдений. Пациенты разделены на три группы в зависимости от методики реконструкции позвоночника (группа 1 – вентральный подход, группа 2 – комбинированный подход, группа 3 – дорсальный подход). Проанализированы операционные показатели, степень коррекции кифотической деформации и ее динамика в отдаленном периоде, частота осложнений и длительность пребывания пациентов в стационаре. **Результаты и обсуждение.** Объем кровопотери и длительность вмешательства были значительно ниже при выполнении реконструкции грудопоясничного отдела позвоночника из дорсального доступа ( $599,6 \pm 195,1$  мл и  $196,3 \pm 35,6$  мин.). Величина коррекции кифотической деформации при заднем и комбинированном доступе была выше, чем при выполнении реконструкции из вентрального подхода (64 и 69 % соответственно). При этом выявлена обратно-пропорциональная зависимость степени потери коррекции в отдаленном периоде, которая была выше при вентральном спондилодезе ( $7,3^\circ \pm 1,7^\circ$  по Cobb). Длительность пребывания в стационаре была меньше у пациентов с реконструкциями из дорсального доступа ( $13,7 \pm 8,2$  дня). Частота осложнений в группе 3 была значительно ниже ( $p < 0,0001$ ), при этом оценка структуры свидетельствует о преимущественном развитии неврологического дефицита при дорсальных реконструкциях, в то время как при вентральном и комбинированном чаще развивались инфекционные осложнения, пневмоторакс и хронический болевой синдром в зоне забора ауторебра. **Заключение.** Оптимальным методом хирургического лечения туберкулезного спондилита грудопоясничной локализации является трех-колонная реконструкция из дорсального доступа. Преимуществами метода является снижение процента послеоперационных осложнений, сокращение сроков стационарного лечения, объема операционной кровопотери и длительность хирургического вмешательства.

**Ключевые слова:** туберкулез, спондилит, кифоз, вертебротомия, грудопоясничный отдел позвоночника

**Для цитирования:** Карпушин А.А., Наумов Д.Г., Вишнеvский А.А., Накаев А.А. Туберкулезный спондилит грудопоясничной локализации: выбор оптимального метода хирургического лечения на основе систематизированного обзора литературы. *Гений ортопедии.* 2023;29(1):104-109. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-104-109. EDN XLEBIZ.

### Review article

## Thoracolumbar tuberculosis spondylitis: an analytical literature review of surgical reconstruction techniques

A.A. Karpushin<sup>1</sup>, D.G. Naumov<sup>1,2</sup>, A.A. Vishnevsky<sup>1</sup>, A.A. Nakaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint-Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation

**Corresponding author:** Andrey A. Karpushin, karpushin@lyag.ru

### Abstract

**Introduction** Tuberculous spondylitis is the most common extrapulmonary tuberculosis. The thoracolumbar lesion due to tuberculous spondylitis is one of the most difficult locations for surgical treatment. Analysis of the recent literature shows a limited amount of data on the results of various current surgical reconstruction techniques. **Purpose** To review the literature on surgical treatment of thoracolumbar tuberculous spondylitis published during the last five years and judge upon an optimal method. **Materials and methods** A systematic literature review was performed of the sources from eLibrary, PubMed, Cochrane Library databases. Inclusion criteria: etiologically verified tuberculous spondylitis of thoracolumbar location, follow-up  $\geq 1$  year, patients older than 18 years. Twenty-one studies that summarize 1,209 cases were selected. Patients were divided into three groups depending on the method of spinal reconstruction (group 1 – ventral approach, group 2 – combined approach, group 3 – dorsal approach). Surgical indicators, correction of kyphotic deformity and its dynamics in the long-term period, rates of complications and the length of hospital stay were analyzed. **Results and discussion** Blood loss and duration of the intervention were significantly lower in the reconstruction of the thoracolumbar spine from the dorsal approach ( $599.6 \pm 195.1$  ml and  $196.3 \pm 35.6$  min). Correction of kyphotic deformity from posterior and combined approaches was higher than in the reconstruction from the ventral approach (64 and 69 %, respectively). At the same time, an inverse proportional dependence of the degree of correction loss in the long-term period was revealed, which was higher with anterior fusion ( $7.3^\circ \pm 1.7^\circ$  according to Cobb). The duration of hospital stay was shorter in patients with reconstructions from the dorsal approach ( $13.7 \pm 8.2$  days). The rate of complications in group 3 was significantly lower ( $p < 0.0001$ ), while the assessment of their structure indicates prevalence of neurological deficits in dorsal reconstructions, while in ventral and combined reconstructions, infectious complications, pneumothorax, and chronic pain syndrome in the area of autologous costal graft harvesting. **Conclusion** The optimal method of surgical treatment of thoracolumbar tuberculous spondylitis is a three-column reconstruction from the dorsal approach. The advantages of the method are a decrease in the rate of postoperative complications, a reduction in the duration of inpatient treatment, surgical blood loss and duration of surgical intervention.

**Keywords:** tuberculosis, spondylitis, kyphosis, vertebromy, thoracolumbar spine

**For citation:** Karpushin AA, Naumov DG, Vishnevsky AA, Nakaev AA. Thoracolumbar tuberculosis spondylitis: an analytical literature review of surgical reconstruction techniques. *Genij Ortopedii.* 2023;29(1):104-109. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-104-109

### ВВЕДЕНИЕ

Туберкулезный спондилит (ТС) является наиболее распространенной формой внелегочного туберкулеза, достигая 50 % и более среди костно-суставных пора-

жений гранулематозной этиологии [1-4]. По данным литературы, в общей структуре туберкулезных спондилитов преобладают поражения грудного (40-50 %),

поясничного (25-30 %) и шейного отделов (10 %) [5-7]. Деструкции переходных (шейно-грудного (C7-T2), грудопоясничного (T12-L1) и пояснично-крестцового (L5-S1) сегментов при туберкулезном спондилите регистрируются редко (5-7 % случаев) и связаны с наиболее тяжелыми клиническими проявлениями, среди которых полисегментарный характер, интенсивный вертеброгенный болевой синдром на фоне нестабильности, неврологические расстройства и раннее формирование ригидных кифотических деформаций [8, 9].

Показано, что, наряду с санацией зоны инфекции, важным критерием для повышения качества жизни пациентов с деструкциями переходных отделов позвоночника является восстановление параметров сагиттального баланса, среди которых CSVA (cervical sagittal vertical axis), T1S (Th1 slope), NTA (neck tilt angle), ТК (thoracic kyphosis) и LL (lumbar lordosis) [10]. В каче-

стве ключевых критериев для выбора метода хирургической реконструкции переходного отдела рассматриваются возможность проведения санации очага, обеспечение стабильности сегмента и коррекция кифотической деформации [11-14].

Несмотря на широкий диапазон методов хирургического лечения спондилитов грудопоясничной локализации, включающий изолированную реконструкцию передней колонны позвоночника из торако-диафрагмального доступа, дорсальные трехколонные вертебротомии (4-6 тип по Schwab) и реконструкции из комбинированного доступа, в отечественной литературе отсутствуют систематизированные данные по результатам указанных вмешательств.

**Цель** – определить оптимальный метод хирургического лечения туберкулезного спондилита грудопоясничной локализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обзор литературы выполнен в соответствии с рекомендациями PRISMA [15]. Глубина поиска: январь 2017 – сентябрь 2022 включительно. Поиск осуществили по ключевым словам: “tuberculous spondylitis”, “spinal tuberculosis”, “surgical approach”, “sagittal balance”, “thoracolumbar”, “туберкулез позвоночника”, “грудопоясничный”, “туберкулезный спондилит”, “сагиттальный баланс” в отечественной базе данных eLibrary, в зарубежных PubMed/MedLine, Cochrane Library.

В качестве критериев включения определены следующие параметры:

- наличие этиологической верификации туберкулезного спондилита бактериологическим, молекулярно-генетическим или гистологическим методом;
- грудопоясничная локализация деструкции;
- катамнез, прослеженный на протяжении 1 год и более;
- возраст пациентов старше 18 лет.

На этапе первичного поиска отобрано 43 публикации, в т.ч. 17 когортных исследований, 22 клинические серии и наблюдения отдельных случаев, 2 метаанализа и 2 систематических обзора. На втором этапе исключены статьи без полнотекстовой версии, дублирующие статьи, а также те работы, которые не удовлетворяли в полной мере критериям включения. Итоговому анализу подвергли 14 публикаций, отражающих результаты хирургического лечения 1209 пациентов. Схема отбора публикаций отображена на рисунке 1.

Характеристика работ, включенных в обзор, представлена в таблицах 1-3.

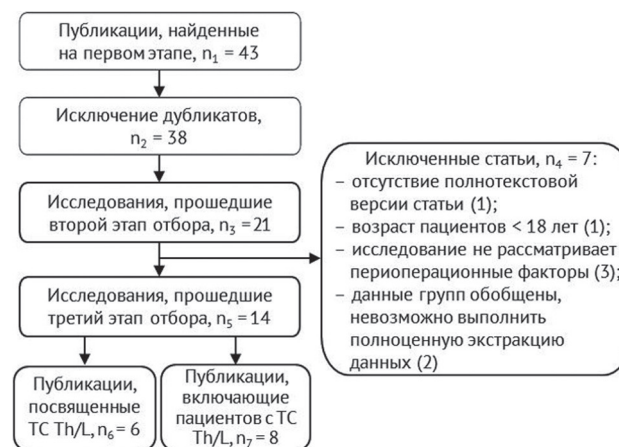


Рис. 1. Методология аналитического отбора литературы

В зависимости от методики реконструкции грудопоясничного отдела сформированы следующие группы исследования: группа 1 – изолированный передний доступ (n<sub>1</sub> = 178 наблюдений), группа 2 – комбинированный доступ (n<sub>2</sub> = 315 наблюдений), группа 3 – дорсальный доступ (n<sub>3</sub> = 716 наблюдений).

В качестве критериев эффективности метода хирургической реконструкции рассматривали объем операционной кровопотери (мл) и длительность вмешательства (мин.), величину коррекции кифотической деформации и процент потери коррекции в отдаленном периоде (в градусах по Cobb), длительность пребывания в стационаре (дни) и частоту послеоперационных осложнений.

Таблица 1

Передний доступ

Автор	Год	Кол-во пациентов	Кровопотеря (мл)	Кифоз до операции (° Cobb)	Кифоз после операции (° Cobb)	Потеря коррекции (° Cobb)	Срок нахождения в стационаре (дни)	Длительность операции (мин)
Tang Y. et al. [6]	2019	22	895,2 ± 395,1	20,2 ± 7,6	10,1 ± 4,9	5,5 ± 3,1	27,0 ± 5,9	324,7 ± 44,2
Zeng Y. et al. [14]	2019	45	744,0 ± 193,8	22,7 ± 7,9	11,2 ± 5,4	5,5 ± 3,7	-	330,2 ± 45,4
Wang L. et al. [16]	2017	57	798,7 ± 72,5	27,3 ± 8,1	14 ± 1,7	2,3 ± 1,6	-	256,6 ± 55,1
Omran K. et al. [17]	2017	22	700 ± 250	49 ± 5,2	20 ± 3,2	6 ± 1,1	6,3 ± 2,3	190 ± 40
Zhang H. et al. [18]	2017	32	649,0 ± 120,0	22,9 ± 3,2	9,5 ± 1,0	2,5	14 ± 2,4	270,7 ± 32,0

Задний доступ

Автор	Год	Кол-во пациентов	Кровопотеря (мл)	Кифоз до операции (° Cobb)	Кифоз после операции (° Cobb)	Потеря коррекции (° Cobb)	Срок нахождения в стационаре (дни)	Длительность операции (мин)
Tang Y. et al. [6]	2019	31	805,9 ± 769,6	23,2 ± 9,7	9,8 ± 5,4	2,2 ± 2,7	27,7 ± 9,2	257,4 ± 84,0
Gao et al. [11]	2021	26	588,9 ± 263,8	29,36 ± 13,29	3,6 ± 5,4	2,1	-	199,7 ± 47,5
Zeng Y. et al. [14]	2019	80	349,8 ± 289,4	20,8 ± 8,5	8,7 ± 3,8	1,6 ± 1,9	-	227,9 ± 58,5
Wang L. et al. [16]	2017	62	625,0 ± 127,3	28,4 ± 9,2	6,8 ± 1,1	1,9 ± 1,4	-	170,6 ± 31,0
Omran K. et al. [17]	2017	23	700 ± 250	49 ± 5,2	20 ± 3,2	2 ± 4,1	6,3 ± 2,3	190 ± 40
Zhang H. et al. [18]	2017	63	409,5 ± 107,9	28,5 ± 6,5	7,4 ± 0,8	0,8	13 ± 3,2	207,9 ± 30,9
Garg B. et al. [19]	2022	60	-	19,9	10,3	2,4	15	260 ± 30
Zhou Y. et al. [20]	2018	34	760,7 ± 146,2	26,1 ± 6,0	9,9 ± 3,7	1,4 ± 1,1	23,3 ± 4,5	160,4 ± 20,6
Kuwakornsavat S. et al. [21]	2019	22	656,8 ± 484,1	23,5 ± 13,5	9,5 ± 9,2	3,5 ± 3,8	-	158,9 ± 41,7
Wang B. et al. [22]	2020	32	710,9	33,6 ± 9,3	10,6 ± 2,6	0,8 ± 0,9	-	172,7
Wu W. et al. [23]	2021	34	731,8 ± 585,8	16,0 ± 15,4	8,1 ± 7,4	2,9	-	224,4 ± 71,1
Kire N. et al. [24]	2021	100	155 ± 33,3	22,33 ± 5,6	5,14 ± 1,32	2,67	-	154,9 ± 17,2
Singh S. et al. [25]	2017	47	701 ± 312	68,2 ± 26,9	29,6 ± 20,3	1,3	-	197,2 ± 30,5
Ma S. et al. [26]	2022	102	-	29,9 ± 8,6	11,8 ± 3,6	1,8 ± 1,8	9,3 ± 2,2	162,0 ± 38,4

Таблица 3

Комбинированный доступ

Автор	Год	Кол-во пациентов	Кровопотеря (мл)	Кифоз до операции (° Cobb)	Кифоз после операции (° Cobb)	Потеря коррекции (° Cobb)	Срок нахождения в стационаре (дни)	Длительность операции (мин)
Tang Y. et al. [6]	2019	79	1187,3 ± 504,6	18,7 ± 7,3	9,11 ± 3,6	1,8 ± 1,8	31,3 ± 11,7	422,6 ± 70,2
Zeng Y. et al. [14]	2019	23	1134,6 ± 328,2	18,1 ± 6,8	8,4 ± 4,2	1,7 ± 2,2	-	408,0 ± 54,3
Wang L. et al. [16]	2017	65	1167,9 ± 200,7	29,3 ± 9,1	7,0 ± 1,1	1,6 ± 1,1	-	388,2 ± 45,7
Zhang H. et al. [18]	2017	42	840,0 ± 168,7	23,9 ± 7,6	7,4 ± 1,0	1,1	19 ± 2,1	349,7 ± 38,9
Zhou Y. et al. [20]	2018	30	1023,8 ± 197,9	23,7 ± 3,7	9,6 ± 3,3	1,0 ± 0,9	26,5 ± 3,5	231,5 ± 27,4
Ma S. et al. [26]	2022	76	-	30,3 ± 7,7	10,8 ± 3,9	2,2 ± 2,3	12,4 ± 3,3	243,6 ± 53,7

Статистическая обработка была проведена с использованием программы «Statistical Package for the Social Sciences» (SPSS), версия 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Для оценки наличия статистически достоверных различий анализируемых параметров в группах использован непараметрический Н-критерий Крускала-Уоллеса.

Оценка влияния параметра “вариант хирургической реконструкции” на анализируемые критерии эффективности выполнена с применением однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Статистические различия расценивали как значимые при двустороннем  $p \leq 0,05$ . Результаты представлены в виде  $M \pm m$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительный анализ интраоперационных показателей (объем кровопотери и длительность хирургического вмешательства) в группах исследования свидетельствует о возможности снижения указанных параметров при выполнении реконструкции из дорсального доступа ( $p < 0,0001$ ). При этом проведение реконструкции из комбинированного доступа сопряжено более чем с двукратным увеличением указанных показателей (табл. 4).

Величина коррекции кифотической деформации была сопоставима при использовании изолированного дорсального и комбинированного доступов, в среднем составив 64 и 69 % от исходного значения ( $p > 0,05$ ). Проведение реконструкции из изолированного переднего доступа в большинстве исследований выполняли у пациентов с меньшей исходной величиной деформации, а величина коррекции кифоза не превысила 30 % после проведения вмешательства. Большая величина потери достигнутой коррекции в послеоперационном периоде отмечена в группе 1 ( $p > 0,0001$ ).

Таблица 4

Сводные результаты операционных показателей по группам

Группа / параметр	Группа 1 (n <sub>1</sub> = 178)	Группа 2 (n <sub>2</sub> = 315)	Группа 3 (n <sub>3</sub> = 716)
Объем кровопотери* (мл)	757,3 ± 94,7	1070,7 ± 143,6	599,6 ± 195,1
Длительность вмешательства* (мин.)	274,43 ± 57,2	340,6 ± 83,5	196,3 ± 35,6

\* – отмечены статистически значимые межгрупповые различия исследуемых параметров.

Таблица 5

Сводные показатели коррекции кифоза

Группа / параметр	Группа 1 (n <sub>1</sub> = 178)	Группа 2 (n <sub>2</sub> = 315)	Группа 3 (n <sub>3</sub> = 716)
Кифоз до операции (° Cobb)	24,0 ± 5,1	28,4 ± 11,7	29,9 ± 13,5
Кифоз после операции (° Cobb)	14,9 ± 4,3	8,7 ± 1,4	10,8 ± 6,6
Величина потери коррекции* (° Cobb)	7,3 ± 1,7	1,5 ± 0,4	1,9 ± 0,7

\* – отмечены статистически значимые межгрупповые различия исследуемых параметров.

Динамика параметров сагиттального баланса после проведения реконструкции груднопоясничного отдела позвоночника при туберкулезном спондилите изучена лишь в двух публикациях, вошедших в исследование [19, 28]. Авторы свидетельствуют о наличии корреляционной связи между восстановлением указанных параметров и повышением качества жизни пациентов, оцененное по профильным опросникам (ODI, SRS-22).

Наименьшая длительность пребывания пациентов в стационаре отмечена во второй группе исследования ( $13,7 \pm 8,2$  дня), при этом использование вентрального доступа, как изолированного ( $15,7 \pm 10,4$ ), так и в варианте комбинированной реконструкции ( $22,2 \pm 8,2$ ) значительно увеличивает длительность стационарного лечения ( $p < 0,0001$ ).

Анализ сроков развития послеоперационных осложнений проведен по Prinz V. и Valkoczy P. [29], характер осложнений оценен по Dindo D. с соавт. [30]:

- реконструкции из дорсального доступа сокращают частоту осложнений до 11,8 % ( $p < 0,0001$ );
- в структуре преобладают неврологические расстройства, требующие консервативной терапии (Grade 2) или ревизионных вмешательств (Grade 3b);
- вентральный (18,2 %) и комбинированный доступы (41,2 %) преимущественно сопряжены с развитием поверхностной ИОХВ, пневмоторакса и хронического болевого синдрома в зоне забора ауто-трансплантата.

Структура осложнений в группах отражена в таблице 6.

Таблица 6

Структура осложнений по группам

Доступ / Осложнения	Срок развития осложнения по Prinz V и Valkoczy P. (2020) [29]	Характер осложнений по Dindo D. с соавт. (2004) [30]
Вентральный (18,2 %, $n_1 = 43$ )	Ранние* (34,2 %)	Grade 1 - 18,7 %
	Отсроченные** (45,4 %)	Grade 2 - 25,5 %
	Поздние*** 20,4 %	Grade 3b. - 55,8 %
Комбинированный (41,2 %, $n_2 = 130$ )	Ранние (41,9 %)	Grade 1 - 20,8 %
	Отсроченные (45,1 %)	Grade 2 - 63 %
	Поздние 13 %	Grade 3b - 16,2 %
Задний (11,8 %, $n_3 = 100$ )	Ранние (77,6 %)	Grade 1 - 52 %
	Отсроченные (18,2 %)	Grade 2 - 27 %
	Поздние (4,2 %)	Grade 3a - 7 % Grade 3b - 20 %

Осложнения: \* - в сроки до 4-х недель после операции, \*\* - от 6-ти недель до 12-ти месяцев, \*\*\* - от 12-ти месяцев и более после операции.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Долгое время "золотым стандартом" лечения ТС груднопоясничной локализации считалась изолированная вентральная реконструкция передней колонны позвоночника с аутокостью из торакодиафрагмального доступа [16, 20, 31]. Проведение подобных операций обеспечивало адекватную визуализацию пораженного сегмента, а также возможность ревизии m. psoas и забрюшинного пространства в случае наличия объемных гранулематозных мягкотканых компонентов (абсцессов и гранулем) [23, 24]. Однако указанная методика сопряжена с необходимостью коагуляции сегментарных сосудов, что в условиях туберкулезного воспаления сопряжено с техническими трудностями и рисками кровотечения. Отсутствие фиксации задней опорной колонны, ограниченные возможности коррекции сагиттального профиля, высокий процент значимой потери коррекции деформации в отдаленном периоде и формирование псевдоартроза рассматриваются нами как основные недостатки указанной методики [34, 35].

Использование комбинированного доступа как в варианте хирургии  $360^\circ$  (вентрально-дорсальный подход), так и в варианте  $540^\circ$  (вентрально-дорсально-вентральный подход) обеспечивает полноценную санацию разрушенных тканей, циркулярную декомпрессию интраканальных невралгических структур и коррекцию сагиттального профиля позвоночника [27, 36]. Отсутствие необходимости тракции твердой мозговой оболочки для установки межтелового имплантата сни-

жает риски неврологических расстройств, однако травматичность вмешательства за счет значимого увеличения объема кровопотери и длительности операции не позволяет рассматривать ее оптимальной для пациентов с высоким индексом коморбидности [37].

Трендом последнего десятилетия является использование изолированного заднего доступа для одномоментного проведения дебридмента, спондилодеза и фиксации позвоночника в условиях ТС груднопоясничной локализации [25, 38, 39]. С точки зрения интраоперационных факторов при изолированном заднем доступе интраоперационная кровопотеря значительно меньше, чем при комбинированном переднезаднем доступе, также достигаются лучшие результаты при коррекции кифоза, чем при переднем доступе [22, 23]. Несмотря на положительные стороны указанной методики, следует отметить основной ограничительный критерий - высокая частота неврологических осложнений - на наш взгляд, связанный с необходимостью значительной тракции дурального мешка для визуализации передней колонны и радикулотомии одного или нескольких спинномозговых корешков для установки межтелового имплантата. Использование нейрофизиологического интраоперационного мониторинга, как по нашим клиническим данным, так и по данным авторов, позволяет снизить процент указанных осложнений, показатель которых по-прежнему остается высоким и, по данным литературы, достигает 10-12 % [40, 41].



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематизированный обзор литературы позволяет заключить следующее: оптимальным методом хирургического лечения туберкулезного спондилита грудного отдела является трехколонная реконструкция

из дорсального доступа. Указанный метод позволяет снизить процент осложнений, сократить сроки стационарного лечения пациентов, объем операционной кровопотери и длительность хирургического вмешательства.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Esteves S., Catarino I., Lopes D., Sousa C. Spinal tuberculosis: rethinking an old disease. *J. Spine*, 2017;6(1):1-11. doi: 10.4172/2165-7939.1000358
2. De la Garza Ramos R., Goodwin C.R., Abu-Bonsrah N., Bydon A., Witham T.F., Wolinsky J.P., Sciubba D.M. The epidemiology of spinal tuberculosis in the United States: an analysis of 2002-2011 data. *J Neurosurg Spine*. 2017 Apr;26(4):507-512. doi: 10.3171/2016.9.SPINE16174
3. Kumar K. Spinal tuberculosis, natural history of disease, classifications and principles of management with historical perspective. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2016 Aug;26(6):551-558. doi: 10.1007/s00590-016-1811-x
4. Tuli SM. Historical aspects of Pott's disease (spinal tuberculosis) management. *Eur Spine J*. 2013 Jun;22 Suppl 4(Suppl 4):529-538. doi: 10.1007/s00586-012-2388-7
5. Mushkin AY, Naumov DG, Evseev VA. Multilevel spinal reconstruction in pediatric patients under 4 years old with non-congenital pathology (10-year single-center cohort study). *Eur Spine J*. 2019 May;28(5):1035-1043. doi: 10.1007/s00586-018-5756-0
6. Tang Y, Wu WJ, Yang S, Wang DG, Zhang Q, Liu X, Hou TY, Luo F, Zhang ZH, Xu JZ. Surgical treatment of thoracolumbar spinal tuberculosis—a multicentre, retrospective, case-control study. *J Orthop Surg Res*. 2019 Jul 23;14(1):233. doi: 10.1186/s13018-019-1252-4
7. Наумов Д.Г., Ткач С.Г., Мушкин А.Ю., Макогонова М.Е. Хронические инфекционные поражения шейного отдела позвоночника у взрослых: анализ моноцентричной когорты и данных литературы. *Хирургия позвоночника*. 2021;18(3):68-76. doi: 10.14531/ss2021.3.68-76
8. Jain AK, Kumar J. Tuberculosis of spine: neurological deficit. *Eur Spine J*. 2013 Jun;22 Suppl 4(Suppl 4):624-633. doi: 10.1007/s00586-012-2335-7
9. Jain AK, Dhammi IK, Jain S, Kumar J. Simultaneously anterior decompression and posterior instrumentation by extrapleural retroperitoneal approach in thoracolumbar lesions. *Indian J Orthop*. 2010 Oct;44(4):409-416. doi: 10.4103/0019-5413.69315
10. Shahi P, Chadha M, Sehgal A, Sudan A, Meena U, Bansal K, Batheja D. Sagittal Balance, Pulmonary Function, and Spinopelvic Parameters in Severe Post-Tubercular Thoracic Kyphosis. *Asian Spine J*. 2022 Jun;16(3):394-400. doi: 10.31616/asj.2020.0464
11. Gao Q, Han C, Romani MD, Guo C, Tang M, Wang Y, Deng A, Liu S, Zhang H. Posterior-only debridement, internal fixation, and interbody fusion using titanium mesh in the surgical treatment of thoracolumbar tuberculosis with spinal epidural abscess: a minimum 5-year follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021 Nov 1;22(1):917. doi: 10.1186/s12891-021-04797-2
12. Wang K, Wang N, Wang Y, Xia Y, Song F, Liu J. Anterior versus posterior instrumentation for treatment of thoracolumbar tuberculosis: A meta-analysis. *Orthopade*. 2019 Mar;48(3):207-212. doi: 10.1007/s00132-018-03662-w
13. Вишневецкий А.А., Наумов Д.Г., Макогонова М.Е., Олейник В.В. Вторичные спинальные эпидуральные абсцессы на фоне туберкулезного спондилита (клиническое наблюдения и обзор литературы). *Медицинский альманах*. 2020;8(2):57-63. doi: 10.36422/23076348-2020-8-2-57-63
14. Zeng Y, Cheng P, Tan J, Li Z, Chen Y, Li LT, Zheng Y, Wang G, Xu J, Zhang Z. Comparison of three surgical approaches for thoracolumbar junction (T12-L1) tuberculosis: a multicentre, retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Nov 9;20(1):524. doi: 10.1186/s12891-019-2891-7
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
16. Wang LJ, Zhang HQ, Tang MX, Gao QL, Zhou ZH, Yin XH. Comparison of Three Surgical Approaches for Thoracic Spinal Tuberculosis in Adult: Minimum 5-Year Follow Up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 Jun 1;42(11):808-817. doi: 10.1097/BRS.0000000000001955
17. Omran K, Abdel-Fattah AS, Othman AMA, Youssef AO, Solimen A, ElRefai MA, Saleh AN, Ali M. Lateral Extracavitary Approach Versus Posterior Extensive Circumferential Decompression in the Treatment of Complicated Thoracic and Lumbar Tuberculous Spondylitis. *Clin Spine Surg*. 2017 Nov;30(9):E1211-E1219. doi: 10.1097/BSD.0000000000000485
18. Zhang H, Guo Q, Guo C, Wu J, Liu J, Gao Q, Wang Y. A medium-term follow-up of adult lumbar tuberculosis treating with 3 surgical approaches. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Nov;96(45):e8574. doi: 10.1097/MD.00000000000008574
19. Garg B, Bansal T, Mehta N, Sharma D. Clinical, radiological and functional outcome of posterior-only three-column osteotomy in healed, post-tubercular kyphotic deformity: a minimum of 2-year follow-up. *Spine Deform*. 2021 Nov;9(6):1669-1678. doi: 10.1007/s43390-021-00361-z
20. Zhou Y, Li W, Liu J, Gong L, Luo J. Comparison of single posterior debridement, bone grafting and instrumentation with single-stage anterior debridement, bone grafting and posterior instrumentation in the treatment of thoracic and thoracolumbar spinal tuberculosis. *BMC Surg*. 2018 Sep 3;18(1):71. doi: 10.1186/s12893-018-0405-4
21. Kunakornsawat S, Philawuth N, Piyaskulkaew C, Pruttikul P, Pluemvitayaporn T, Kittithamvongs P. Extended Posterior Decompression and Instrumented Fusion for Spinal Tuberculosis. *Asian Spine J*. 2019 Dec;13(6):984-991. doi: 10.31616/asj.2018.0200
22. Wang B, Hua W, Ke W, Zhang Y, Zeng X, Yang C. The efficacy of allograft bone using titanium mesh in the posterior-only surgical treatment of thoracic and thoracolumbar spinal tuberculosis. *BMC Surg*. 2020 Jun 12;20(1):133. doi: 10.1186/s12893-020-00793-w
23. Wu W, Li Z, Lin R, Wang S, Lin J. Single-stage posterior-only debridement, decompression and interbody fusion for the treatment of thoracolumbar spinal tuberculosis complicated with psoas abscesses. *BMC Surg*. 2021 Feb 12;21(1):84. doi: 10.1186/s12893-021-01092-8
24. Kire N, Kundnani VG, Jain S, Sagane SS, Asati S. Surgical outcomes of posterior trans-facet decompression and stabilisation in tuberculous spondylodiscitis with neuro-deficit. *J Clin Orthop Trauma*. 2020 Dec 3;16:35-42. doi: 10.1016/j.jcot.2020.12.002
25. Singh S, Dawar H, Das K, Mohapatra B, Prasad S. Functional and Radiological Outcomes of Anterior Decompression and Posterior Stabilization via Posterior Transpedicular Approach in Thoracic and Thoracolumbar Pott's Disease: A Retrospective Study. *Asian Spine J*. 2017 Aug;11(4):618-626. doi: 10.4184/asj.2017.11.4.618
26. Ma S, Zhou Z, Wan Z, Duan P, Huang S, Xu J, Deng W, Wu C, Cao K. Osteotomized debridement versus curetted debridement in posterior approach in treating thoracolumbar tuberculosis: a comparative study. *Eur Spine J*. 2022 Feb;31(2):473-481. doi: 10.1007/s00586-021-07075-w
27. Garg B, Bansal T, Mehta N. Three-column osteotomy by single-stage posterior approach in congenital and post-tubercular kyphosis: a comparison of outcomes. *Spine Deform*. 2022 Jul;10(4):883-892. doi: 10.1007/s43390-022-00491-y
28. Kim CW, Hyun SJ, Kim KJ. Surgical Impact on Global Sagittal Alignment and Health-Related Quality of Life Following Cervical Kyphosis Correction Surgery: Systematic Review. *Neurospine*. 2020 Sep;17(3):497-504. doi: 10.14245/ns.2040476.238
29. Prinz V, Vajkoczy P. Surgical revision strategies for postoperative spinal implant infections (PSII). *J Spine Surg*. 2020 Dec;6(4):777-784. doi: 10.21037/jss-20-514
30. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. 2004 Aug;240(2):205-213. doi: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae
31. Shi J, Tang X, Xu Y, Zhou T, Pan X, Lin H, Mao N, Xu X, Zhao W, Li Y. Single-stage internal fixation for thoracolumbar spinal tuberculosis using 4 different surgical approaches. *J Spinal Disord Tech*. 2014 Oct;27(7):E247-E257. doi: 10.1097/BSD.0000000000000100
32. Yin H, Wang K, Gao Y, Zhang Y, Liu W, Song Y, Li S, Yang S, Shao Z, Yang C. Surgical approach and management outcomes for junction tuberculous spondylitis: a retrospective study of 77 patients. *J Orthop Surg Res*. 2018 Dec 6;13(1):312. doi: 10.1186/s13018-018-1021-9
33. Garg B, Kandwal P, Nagaraja UB, Goswami A, Jayaswal A. Anterior versus posterior procedure for surgical treatment of thoracolumbar tuberculosis: A retrospective analysis. *Indian J Orthop*. 2012 Mar;46(2):165-170. doi: 10.4103/0019-5413.93682

34. Rajasekaran S, Kanna RM, Shetty AP. Pathophysiology and Treatment of Spinal Tuberculosis. *JBJS Rev.* 2014 Sep 23;2(9):e4. doi: 10.2106/JBJS.RVW.M.00130
35. Alam MS, Phan K, Karim R, Jonayed SA, Munir HK, Chakraborty S, Alam T. Surgery for spinal tuberculosis: a multi-center experience of 582 cases. *J Spine Surg.* 2015 Dec;1(1):65-71. doi: 10.3978/j.issn.2414-469X.2015.07.03
36. Mohanty SP, Pai Kanhangad M, Yogesh Kumar B, Singh A. Single-stage anterior debridement, posterior instrumentation and global fusion in thoracic and thoracolumbar tubercular spondylodiscitis. *Musculoskelet Surg.* 2019 Dec;103(3):243-249. doi: 10.1007/s12306-018-0581-5
37. Liu J, Wan L, Long X, Huang S, Dai M, Liu Z. Efficacy and Safety of Posterior Versus Combined Posterior and Anterior Approach for the Treatment of Spinal Tuberculosis: A Meta-Analysis. *World Neurosurg.* 2015 Jun;83(6):1157-1165. doi: 10.1016/j.wneu.2015.01.041
38. Zhang HQ, Li M, Wang YX, Tang MX, Guo CF, Liu SH, Deng A, Gao Q. Minimum 5-Year Follow-Up Outcomes for Comparison Between Titanium Mesh Cage and Allogeneic Bone Graft to Reconstruct Anterior Column Through Posterior Approach for the Surgical treatment of Thoracolumbar Spinal Tuberculosis with Kyphosis. *World Neurosurg.* 2019 Jul;127:e407-e415. doi: 10.1016/j.wneu.2019.05.139
39. Zhao C, Luo L, Pu X, Liu L, Li P, Liang L, Luo F, Hou T, Dai F, Xu J, Zhou Q. Transforaminal debridement with a posterior-only approach involving placement of an interbody bone graft combined with diseased vertebral fixation for the treatment of thoracic and lumbar tuberculosis: Minimum 5-year follow-up. *Medicine (Baltimore).* 2020 May 29;99(22):e20359. doi: 10.1097/MD.00000000000020359
40. Wang LJ, Zhang HQ, Tang MX, Gao QL, Zhou ZH, Yin XH. Comparison of Three Surgical Approaches for Thoracic Spinal Tuberculosis in Adult: Minimum 5-Year Follow Up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017 Jun 1;42(11):808-817. doi: 10.1097/BRS.0000000000001955
41. Wang B, Hua W, Ke W, Zhang Y, Zeng X, Yang C. The efficacy of allograft bone using titanium mesh in the posterior-only surgical treatment of thoracic and thoracolumbar spinal tuberculosis. *BMC Surg.* 2020 Jun 12;20(1):133. doi: 10.1186/s12893-020-00793-w

Статья поступила в редакцию 03.11.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 16.12.2022.

The article was submitted 03.11.2022; approved after reviewing 29.11.2022; accepted for publication 16.12.2022.

#### Информация об авторах:

1. Андрей Андреевич Карпушин – karpushin@lyag.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7178-3861>;
2. Денис Георгиевич Наумов – кандидат медицинских наук, [dgnaumov1@gmail.com](mailto:dgnaumov1@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>;
3. Аркадий Анатольевич Вишнеvский – доктор медицинских наук, [vichnevsky@mail.ru](mailto:vichnevsky@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9186-6461>;
4. Арби Алаудинович Накаев – [naki.arbi@mail.ru](mailto:naki.arbi@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6833-5649>.

#### Information about the authors:

1. Andrey A. Karpushin – [karpushin@lyag.ru](mailto:karpushin@lyag.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7178-3861>;
2. Denis G. Naumov – Candidate of Medical Sciences, [dgnaumov1@gmail.com](mailto:dgnaumov1@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-9892-6260>;
3. Arkadiy A. Vishnevsky – Doctor of Medical Sciences, [vichnevsky@mail.ru](mailto:vichnevsky@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9186-6461>;
4. Arbi A. Nakaev – M.D., [naki.arbi@mail.ru](mailto:naki.arbi@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6833-5649>.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии какой-либо финансовой поддержки при подготовке публикации.