

# Вторичные спинальные эпидуральные абсцессы на фоне туберкулезного спондилита (клинические наблюдения и обзор литературы)

А.А. Вишнеvский, Д.Г. Наумов, М.Е. Макогонова, В.В. Олейник

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

## Tuberculous spinal epidural abscess (case report and literature review)

A. Vishnevskii, D. Naumov, M. Makogonova, V. Oleynik

St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology

© Коллектив авторов, 2020 г.

### Резюме

В структуре спинальных эпидуральных абсцессов (СЭА) на долю вторичных туберкулезных СЭА приходится не более 2%, при этом в клинической картине ведущую роль играет синдром вертебральной деструкции. В работе представлены два клинических наблюдения вторичных туберкулезных СЭА, в одном из которых ЭА распространился на уровне  $C_2-L_3$  (22 позвоночно-двигательных сегмента), а во втором имел ограниченный характер на уровне  $Th_8-Th_9$ . Показаны особенности течения заболевания, диагностические трудности, проанализированы результаты лечения и представлены данные литературы.

**Ключевые слова:** эпидуральный абсцесс, спондилит, туберкулез

### Summary

Tuberculous spinal epidural abscess (SEA) is an uncommon pathology, which presents is only 2% of all SEA cases. We report a rare cases of cervical-lumbar and thoracic spinal epidural tuberculous abscess occupying the spinal canal from  $C_2-L_3$  and  $Th_8-Th_9$  vertebrae with progressive neurological deficit. Clinical features, diagnostic and treatment challenges and follow-up results were presented.

**Keywords:** spinal epidural abscess, spondylitis, tuberculosis

### Введение

Инфекция позвоночного канала в виде спинальных эпидуритов (СЭ) и спинальных эпидуральных абсцессов (СЭА) встречается в 15–20 случаях на 100 тыс. населения [1, 2]. Наиболее частым этиологическим фактором воспаления в эпидуральном пространстве являются разновидности стафилококка, при которых в 80–85% случаев возникает первичное гнойно-воспалительное поражение без вовлечения костных структур [3–5]. В свою очередь, микобактериальные СЭ встречаются крайне редко. Как правило, туберку-

лезные СЭ развиваются вторично, на фоне деструкции позвоночника и встречаются у 20–30% больных туберкулезным спондилитом (ТС) [6–8]. При этом в общей структуре эпидуральных абсцессов на долю вторичных туберкулезных приходится не более 2%, что в абсолютных значениях составляет от 0,1 до 0,2 случая на 100 тыс. населения [9, 10].

Поскольку клиническая картина СЭА при ТС часто не имеет патогномоничных симптомов и его диагностика затруднена, при отсутствии патогенетического и хирургического лечения могут возникать выраженные неврологические нарушения и септические

состояния [11]. S. Sae-Jung и соавт. (2019) показали, что формирование СЭА увеличивает риск развития неврологических расстройств более чем в 1,5 раза и повышает летальность пациентов до 16% [12].

Оценивая публикационные тренды, необходимо отметить значительное количество работ, посвященных неспецифическому воспалению эпидурального пространства, детально описаны алгоритмы его диагностики и лечения. В свою очередь, информации о вторичных эпидуральных абсцессах на фоне ТС в литературе недостаточно.

### Цель публикации

Представить клинические наблюдения для оценки трудности диагностики и этапного лечения пациентов со вторичными СЭА на фоне ТС, а также провести анализ существующей в литературе информации.

### Клиническое наблюдение № 1

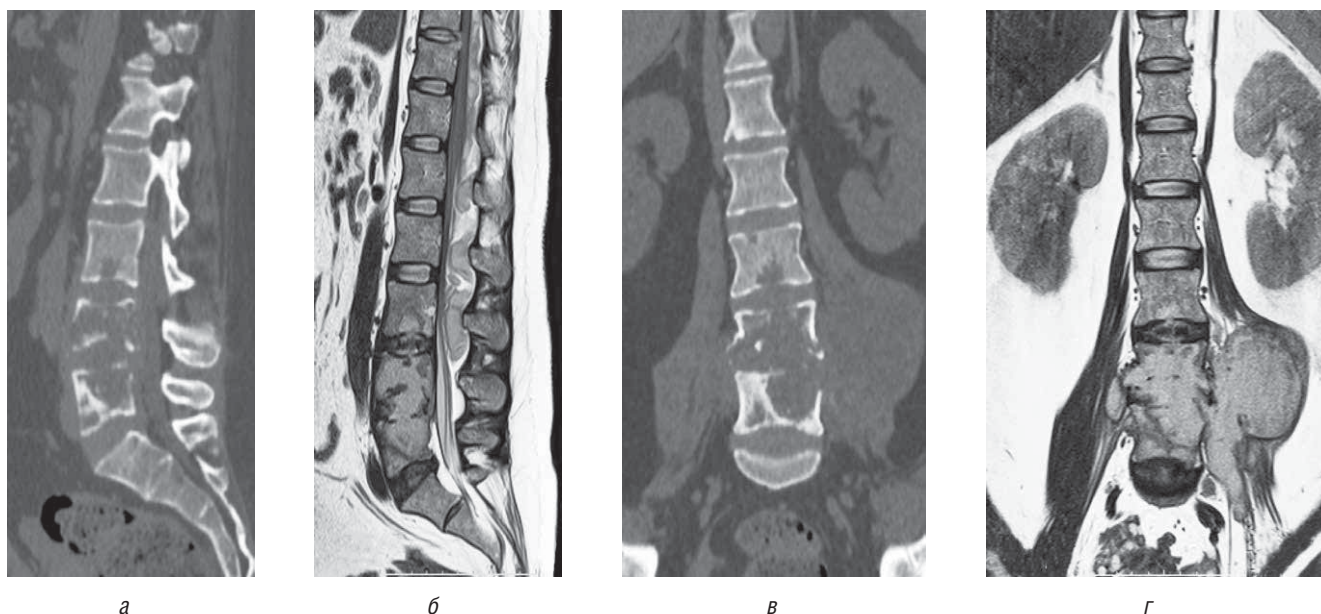
Пациентка 32 лет обратилась в клинику ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России с жалобами на прогрессирующую слабость в конечностях и хронический вертеброгенный болевой синдром на протяжении 10 мес.

Из анамнеза известно: в мае 2015 г. появились боли в грудной клетке, сухой кашель, субфебрильная лихорадка. По данным РГ ОГП от 06.2015 г. — плеврит, пациентка госпитализирована в противотуберкулезный диспансер,

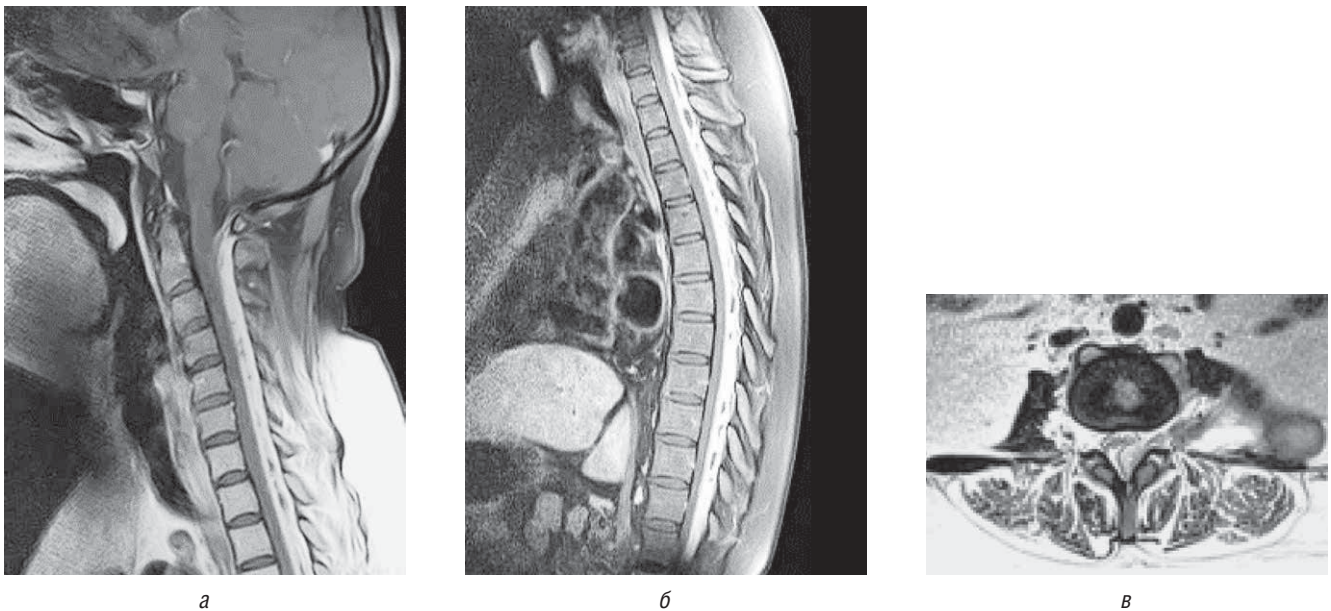
получала химиотерапию по III режиму (06.2015–08.2015) с положительной клинико-рентгенологической динамикой. 10.2015 выполнена КТ ОГП, выявлен диссеминированный туберкулез легких, повторно госпитализирована в противотуберкулезный диспансер для продолжения ПТХТ, тогда же появился болевой синдром в поясничном отделе позвоночника (3–4 балла по ВАШ). На фоне проводимой терапии отмечена положительная рентгенологическая динамика. В феврале 2016 г. стала отмечать усиление болевого синдрома в пояснице до 6–7 баллов по ВАШ с иррадиацией в правую ногу. Консультирована неврологом, выполнено КТ поясничного отдела позвоночника — деструкция L<sub>3</sub>–L<sub>5</sub> с двусторонним паравертебральным компонентом. В августе 2016 г. госпитализирована в клинику, при этом предъявляла жалобы на появление боли в затылочной области и затруднение дыхания, результаты клинического обследования на момент поступления: болевой синдром в поясничном отделе 7–8 баллов по ВАШ, в неврологическом статусе ASIA тип В без нарушения ФТО (motor score 38/100, sensory score 46/112), ODI 68 баллов.

Результаты лучевого исследования представлены на рис. 1 и 2.

После предоперационной подготовки на 4-е сутки от момента поступления выполнен первый этап хирургического лечения: гемилеминэктомия на уровне C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> и L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, санация эпидурального абсцесса и встречное дренирование эпидурального пространства двумя катетерами по Редону. В течение 10 дней проводилось промывание эпидурального пространства 1% водным раствором



**Рис. 1.** МСКТ и МРТ поясничного отдела позвоночника на момент поступления: сагиттальные (а, б) и корональные (в, г) проекции: а — МСКТ, сагиттальная проекция мультипланарной реконструкции. Контактная деструкция тел L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>; б — МРТ, T2-ВИ, сагиттальная проекция. Задний эпидуральный абсцесс с неоднородным, преимущественно гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ, распространяющийся на грудной отдел из области деструкции, расположенной на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>; в — МСКТ, корональная проекция мультипланарной реконструкции. Контактная деструкция тел L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>; г — МРТ, T2-ВИ, корональная проекция. Двусторонние psoas-абсцессы, слева более крупный, с неоднородным гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ, распространяющийся из полости деструкции, расположенной на уровне L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>



**Рис. 2.** МРТ шейного и грудного отделов позвоночника, сагиттальные проекции, T1-ВИ с внутривенным контрастированием (а, б) и аксиальная проекция T2-ВИ поясничного отдела позвоночника (в): а, б — МРТ, T1-ВИ, после внутривенного контрастирования: смещение спинного мозга кпереди на всем протяжении шейного (а) и грудного (б) отделов из-за эпидурального абсцесса в заднем эпидуральном пространстве, эпидуральный абсцесс с признаками выраженного неомогенного усиления МР-сигнала после внутривенного контрастирования; в — МРТ, T2-ВИ, сообщение эпидурального абсцесса в поясничном отделе позвоночника и psoas-абсцесса

хлоргексидина. На 15-е сутки выполнен второй этап: левосторонний внебрюшинный доступ, санация левостороннего psoas-абсцесса, резекция L<sub>3</sub>–L<sub>5</sub>, передняя декомпрессия позвоночного канала, санация правостороннего psoas-абсцесса, комбинированный передний спондилодез титановой блок-решеткой с аутокостью (ауто трансплантат из крыла подвздошной кости).

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений, гистологическое исследование операционного материала: продуктивно-некротическое воспаление. При молекулярно-генетическом исследовании операционного материала обнаружена ДНК *M. tuberculosis* с устойчивостью к рифампицину и изониазиду. Пациентка выписана на 16-е сутки, в неврологическом статусе ASIA тип С без нарушения функций тазовых органов (ФТО) (motor score 56/100, sensory score 78/112), болевой синдром 3 балла по ВАШ. Рекомендовано продолжить противотуберкулезную химиотерапию по IV режиму в течение 1 года.

## Клиническое наблюдение № 2

Пациентка 55 лет, обратилась в клинику ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России с жалобами на слабость в нижних конечностях, нарушение ФТО по типу задержки и хронический вертеброгенный болевой синдром на протяжении одного года.

Из анамнеза известно, что пациентка в течение многих лет страдает ревматоидным артритом (полиартрит, суставная форма, серонегативный вариант, развернутая стадия, активная фаза III ст.). На протяжении 17 лет полу-

чает гормонотерапию (метилпреднизолон 4 мг в день), на фоне которой развился вторичный остеопороз (критерий T=–2,7). В январе 2018 г. стала отмечать появление болевого синдрома в грудном отделе, при которой выявлен компрессионный перелом Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>. В мае 2018 г. консультирована травматологом в специализированном центре, рекомендовано продолжение терапии остеопороза. Показаний к хирургическому лечению на момент осмотра не было выявлено.

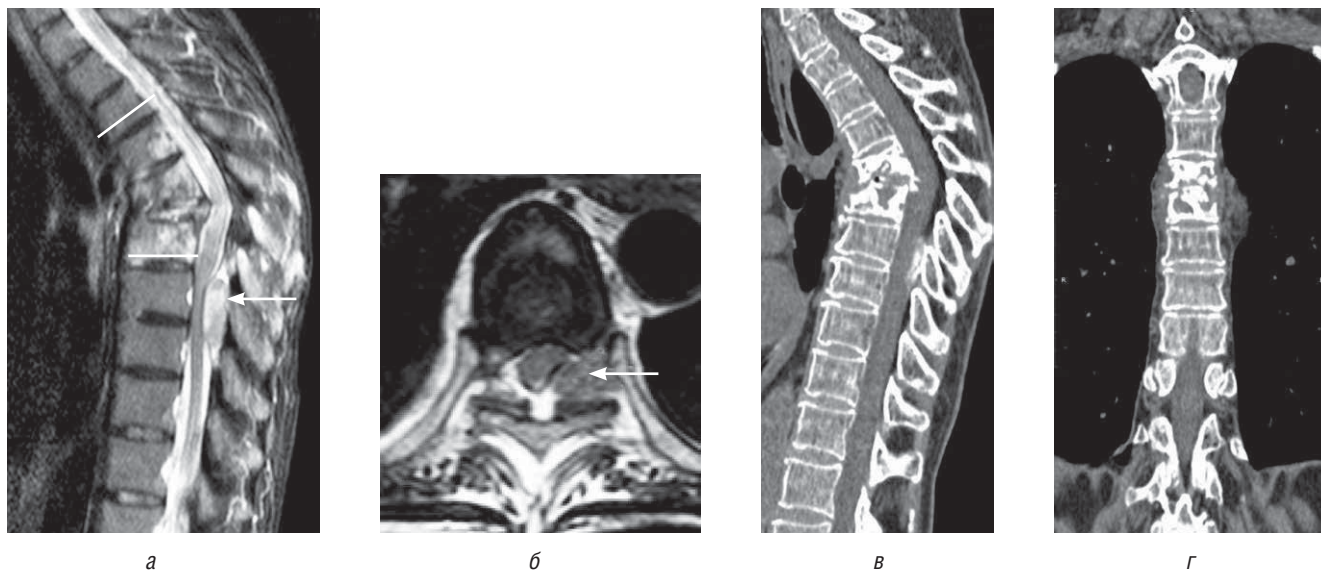
В июне 2018 г. у пациентки развилась параплегия (ASIA тип С) с нарушением ФТО. В экстренном порядке госпитализирована в неврологическое отделение, где в течение 2 нед получала консервативную терапию (сосудистая, нейротропная, гормональная) без клинического эффекта. После проведения МСКТ и МРТ позвоночника выявлены контактная деструкция сегмента Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub> и округлое образование в заднем эпидуральном пространстве на уровне Th<sub>8</sub>–Th<sub>9</sub>. Закрытая трепанбиопсия из очага вертебрального поражения не проводилась, однако после консультации фтизиатра пациентка переведена в противотуберкулезный диспансер, где в течение 6 мес получала ПТХТ по I режиму. В связи с отсутствием положительной динамики как в неврологическом статусе, так и со стороны костного очага поражения в январе 2019 г. поступила в специализированную клинику для этиологической верификации диагноза и хирургического лечения. При поступлении сохранялись жалобы на выраженный вертеброгенный болевой синдром до 7 баллов по ВАШ, в неврологическом статусе ASIA тип С с нарушением ФТО (motor score 78/100, sensory score 92/112), ODI 52 балла.



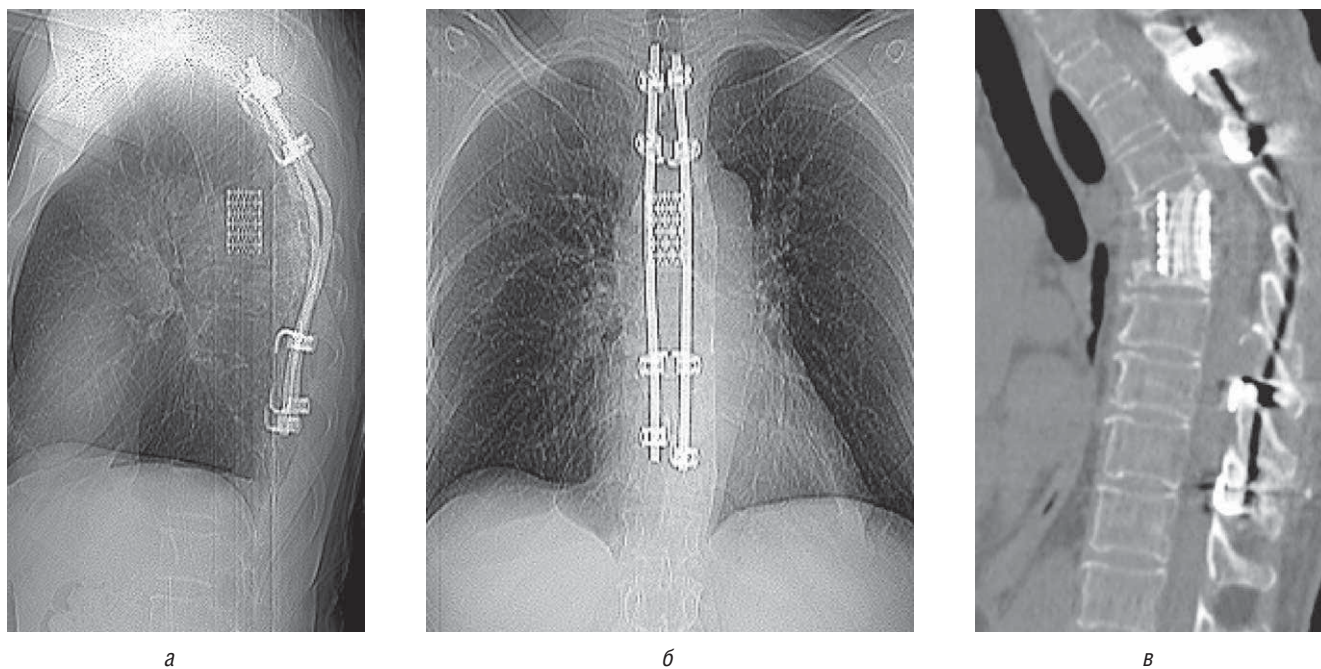
Результаты лучевого исследования представлены на рис. 3.

После клиничко-инструментального обследования и предоперационной подготовки пациентке выпол-

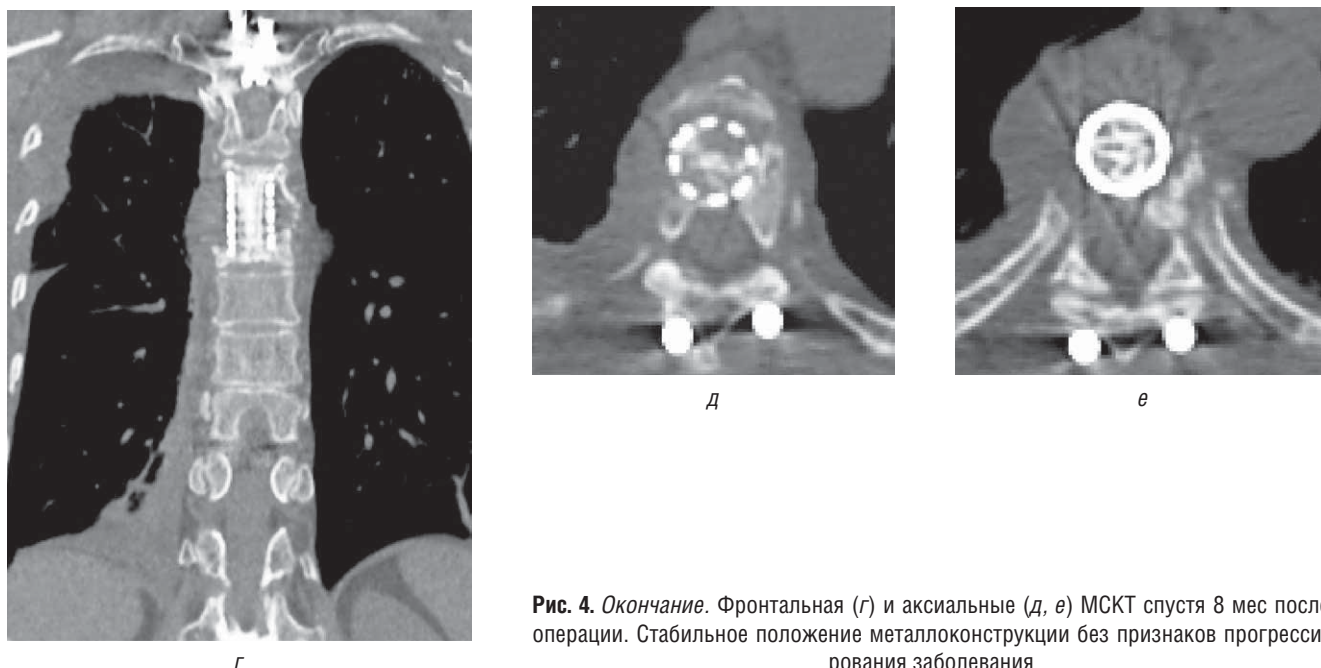
нена одномоментная двухэтапная операция в объеме: 1-й этап — задняя инструментальная фиксация Th<sub>3</sub>–Th<sub>10</sub>, гемиламинэктомия на уровне Th<sub>8</sub>, удаление эпидурального абсцесса, 2-й этап — правосторонняя торакотомия,



**Рис. 3.** МРТ T2-ВИ, и МСКТ грудного отдела позвоночника на момент поступления: сагитальные (а, в), аксиальная (б) и фронтальная (г) проекции: а — МРТ, T2-ВИ, сагитальная проекция. Контактная деструкция тел Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>. Задний эпидуральный абсцесс на уровне Th<sub>8</sub>–Th<sub>9</sub> с неоднородным, преимущественно гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ, компримирующий и деформирующий контур спинного мозга; б — МРТ, T2-ВИ, аксиальная проекция. Контактная деструкция тел Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>. Задний эпидуральный абсцесс с неоднородным, преимущественно гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ, компримирующий и деформирующий заднелевый контур спинного мозга; в — МСКТ, сагитальная проекция мультипланарной реконструкции. Контактная деструкция тел Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>, с формированием кифотической деформации; г — МСКТ, корональная проекция мультипланарной реконструкции. Контактная деструкция тел Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>, с паравerteбральными воспалительными компонентами деструкции



**Рис. 4.** Сагитальная (а) и фронтальная (б) спондилограммы позвоночника на 14-е сутки после операции. Задняя инструментальная фиксация Th<sub>3</sub>–Th<sub>10</sub> ламинарной системой типа CD, передний спондилодез титановой блок-решеткой с аутокостью Th<sub>6</sub>–Th<sub>7</sub>. Сагитальная (в) МСКТ спустя 8 мес после операции. Стабильное положение металлоконструкции, без признаков прогрессирования заболевания



**Рис. 4.** Окончание. Фронтальная (г) и аксиальные (д, е) МСКТ спустя 8 мес после операции. Стабильное положение металлоконструкции без признаков прогрессирования заболевания

резекция Th<sub>5</sub>–Th<sub>7</sub>, передняя декомпрессия позвоночного канала, передний спондилодез титановой блок-решеткой с аутокостью (аутотрансплантат из ребра).

В раннем послеоперационном периоде осложнений не было. При гистологическом исследовании операционного материала выявлены морфологические признаки продуктивно-некротического воспаления. По данным молекулярно-генетического исследования операционного материала обнаружена *M. tub. complex* с устойчивостью к изониазиду. Пациентка вертикализована в корсете на 10-е сутки после операции и выписана на 21-е сутки. В неврологическом статусе отмечен полный регресс симптоматики, восстановление функции тазовых органов, ASIA motor score 100/100, sensory score 112/112, болевой синдром 2 балла по ВАШ. Рекомендовано продолжить ПТХТ по IV режиму в течение одного года.

Результаты контрольного лучевого исследования представлены на рис. 4.

## Обсуждение

В структуре внелегочного туберкулеза на долю поражений позвоночника приходится до 15–50%, что в абсолютных значениях составляет от 0,05 до 2,5 случаев на 100 тыс. населения [13]. Многие авторы указывают на сложности в дифференциальной диагностике СЭА; так, по данным P.C. Hsieh и соавт. (2014) трудности диагностики СЭА встречаются в 50% случаев [14]. Чаще всего туберкулезные СЭА необходимо дифференцировать от пиогенного эпидурита, миелита и экстрадуральных новообразований позвоночного канала.

Частота культуральной верификации МБТ при туберкулезных спондилитах составляет 30–44%, при

этом выделение ДНК и амплификация нуклеотидной последовательности (маркер IS6110) позволяют не только повысить доказательность диагноза и идентифицировать возбудитель, но и определить лекарственную устойчивость к противотуберкулезным препаратам [15].

Классическая триада симптомов, характерная для неспецифических спинальных эпидуральных абсцессов (вертеброгенный болевой синдром, субфебрильная лихорадка и острый неврологический дефицит), встречается лишь в 2–3% туберкулезных СЭА, при этом диагностическая пауза в среднем достигает 10–12 мес [16]. Приведенные в исследовании клинические случаи показали, что картина СЭА не имела патогномоничных симптомов для туберкулеза и диагностическая пауза составила 6–8 мес.

Многофакторный анализ S.D. Kim и соавт. (2014) позволил выявить предикторы неэффективности лечения, среди которых возраст пациентов старше 65 лет, диабет и неврологический дефицит на момент поступления [17]. Когортное исследование S. Sae-Jung и соавт. (2019) показало значимое влияние СЭА при туберкулезном спондилите на риски формирования неврологических расстройств (OR 2,18; p=0,048) [12].

Наличие сопутствующей патологии (ВИЧ-инфекция, сахарный диабет 2-го типа, ревматоидный артрит, хроническая почечная недостаточность и т.д.), по мнению ряда авторов, способствует развитию туберкулезных СЭА [9, 10, 18]. Преимущественно вторичный характер является особенностью туберкулезных СЭА, нам удалось найти лишь два клинических наблюдения, в которых СЭА развился без деструкции вертебральной



Таблица

## Ключевые тактические алгоритмы

Характеристика абсцесса/ вовлечение костных структур	Тактика
Абсцесс в переднем эпидуральном пространстве. Абсцесс в заднем эпидуральном пространстве	Ляминэктомия, санация. Гемиламинэктомия, санация
Абсцесс в заднем/переднем эпидуральном пространстве + контактная деструкция передней колонны	Передняя декомпрессия, санация абсцесса, спондилодез 360°
Абсцесс в заднем/переднем эпидуральном пространстве + признаки сегментарной нестабильности	Задняя инструментальная фиксация, ламинэктомия, санация, задний спондилодез

колонны и сопровождался неврологическим дефицитом, потребовавшим проведения декомпрессивного хирургического вмешательства [8, 19].

В наших наблюдениях на первичном этапе лучевой диагностики выполнялись рентгенография и компьютерная томография для верификации воспалительной костной деструкции, а также с целью определения деформаций позвоночника. Однако методика магнитно-резонансной томографии позволяет визуализировать начальный признак воспалительной деструкции в виде отека костного мозга и определить причины развития неврологической симптоматики. МРТ является «золотым стандартом» диагностики туберкулезных СЭА; так, R.M. Kanna и соавт. (2019) выявили 65,8% чувствительности и 46,5% специфичности данного метода [20]. Отказ от проведения МРТ может быть аргументирован только наличием абсолютных противопоказаний к проведению исследования.

Хирургическое вмешательство при остром эпидурите должно было выполняться в максимально короткие сроки после идентификации диагноза, а доступ — обеспечивать адекватную санацию гнойного очага. При нарастании неврологических нарушений проводят ламинэктомию, опорожнение абсцесса, удаление детрита эпидуральной клетчатки, ТМО не вскрывают [21]. Несмотря на длительную терапевтическую паузу, составившую в представленных случаях 10 и 12 мес соответственно, проведение реконструктивно-декомпрессивного вмешательства позволило добиться регресса неврологической симптоматики.

Суммируя данные литературы, касающейся показаний к хирургическому лечению преимущественно неспецифических СЭА, протекающих с неврологическими расстройствами, необходимо выделить ключевые тактические алгоритмы (таблица) [22–24].

Использование активного дренирования раны в первые сутки после операции является обязательным, а постоянное промывание ран антисептическими растворами **не** является оптимальной опцией, поскольку может приводить к формированию изолированных затеков [21].

Таким образом, туберкулезные СЭА — редкое патологическое состояние, характеризующееся неспецифичностью клинической картины, в том числе длительным (от 6 до 12 мес) отсутствием неврологических расстройств и наличием умеренного (до 4–5 баллов по ВАШ) вертеброгенного болевого синдрома. Тактика хирургического лечения должна основываться на характере костно-деструктивных поражений позвоночника и распространенности эпидурального воспалительного компонента, при котором выполняется как декомпрессивный этап, так и реконструктивно-стабилизирующее вмешательство на позвоночнике.

## Список литературы

1. Darouiche R.O. Spinal epidural abscess. N. Engl. J. Med. 2006; 355: 2012–2020.
2. Yakili M., Crum-Cianflone N.F. Spinal epidural abscess: a series of 101 cases. Am. J. Med. 2017; 130 (12): 1458–1463.
3. Leeuw C.N., Fann P.R., Tanenbaum J.E. et al. Lumbar epidural abscesses: A systematic review. Global Spine J. 2018; 8 (4): 85–95.
4. Howie B.A., Davidson I.U., Tanenbaum J.E. et al. Thoracic epidural abscesses: A systematic review. Global Spine Journal 2018; 8 (4): 68–84.
5. Stricsek G., Iorio J., Mosley Y. et al. Etiology and surgical management of cervical spinal epidural abscess (SEA): A systematic review. Global Spine Journal 2018; 8 (4): 59–67.
6. Yang X., Guo R., MD, Lv X. et al. Challenges in diagnosis of spinal epidural abscess: A case report. Medicine (Baltimore) 2019; 98 (5): e14196.
7. Базаров А.Ю., Сергеев К.С., Осинцев В.М. и др. Вторичный спондилогенный эпидуральный абсцесс. Вопросы нейрохирургии 2019; 1: 75–82. [Bazarov A.Yu., Sergeyev K.S., Osintsev V.M. i dr. Vtorichnyy spondilogennyy epidural'nyy abstsess. Voprosy neyrokhirurgii 2019; 1: 75–82 (In Russ.)].
8. Arora S., Kumar R. Tubercular spinal epidural abscess involving the dorsallumbar-sacral region without osseous involvement. J. Infect. Dev. Ctries 2011; 5 (7): 544–549.
9. Rajasekaran S., Soundararajan D., Shetty A., Kanna R. Spinal Tuberculosis: Current Concepts. Global Spine J. 2018; 8 (4 Suppl): 96–108.
10. De la Garza Ramos R., Goodwin C.R., Abu-Bonsrah N. et al. The epidemiology of spinal tuberculosis in the United States: an analysis of 2002–2011 data. J. Neurosurg Spine 2017; 26: 507–512.
11. Smith C., Crawford C.H., Dimar J. Spinal epidural abscess: a review of diagnosis and treatment. Curr. Orthop. Pract. 2014; 25 (1): 29–33.
12. Sae-Jung S., Wongba N., Leurmprasert K. Predictive factors for neurological deficit in patients with spinal tuberculosis. J. Orthop. Surg. (Hong Kong) 2019; 27 (3): 2309499019868813.
13. Garg R.K., Somvanshi D.S. Spinal tuberculosis: a review. J. Spinal Cord Med. 2011; 34 (5): 440–454.

14. Hsieh P.C., Liu J.C., Wang M.Y. Introduction: vertebral osteomyelitis and spinal epidural abscess. *Neurosurg. Focus* 2014; 37: 1 p preceding E1.
15. Скорняков С.Н., Шульгина М.В., Ариэль Б.М. и др. Клинические рекомендации по этиологической диагностике туберкулеза. *Медицинский альянс* 2014 (3): 39–58. [Skornyakov S., Shulgina M., Ariel B. et al. Clinical recommendations on tuberculosis etiology diagnosis. *Medicinskij al'yans* 2014; (3): 39–58 (In Russ.)].
16. Stratton A., Gustafson K., Thomas K., James M.T. Incidence and risk factors for failed medical management of spinal epidural abscess: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurosurg. Spine* 2017; 26 (1): 81–89.
17. Kim S.D., Melikian R., Ju K.L., Zurakowski D., Wood K.B., Bono C.M. Independent predictors of failure of nonoperative management of spinal epidural abscesses. *Spine J.* 2014; 14: 1673–1679.
18. Patel A.R., Alton T.B., Bransford R.J., Lee M.J., Bellabarba C.B., Chapman J.R. Spinal epidural abscesses: risk factors, medical versus surgical management, a retrospective review of 128 cases. *Spine J.* 2014; 14: 326–330.
19. Esteves S., Catarino I., Robles D., Lopes D., Silva F., de Sousa C. Cervical spinal epidural abscess due to mycobacterium tuberculosis without osseous involvement: A case report. *JBSJ Case Connect* 2016; 6 (3): e79.
20. Kanna R.M., Babu N., Kannan M., Shetty A.P., Rajasekaran S. Diagnostic accuracy of whole spine magnetic resonance imaging in spinal tuberculosis validated through tissue studies. *Eur. Spine J.* 2019; 28 (12): 3003–3010.
21. Мушкин А.Ю., Вишневецкий А.А., Перецманас Е.О., Базаров А.Ю., Басанкин И.В. Инфекционные поражения позвоночника: Проект национальных клинических рекомендаций. *Хирургия позвоночника* 2019; 16 (4): 63–76. <https://doi.org/10.14531/ss2019.4.63-76>. [Mushkin A.Y., Vishnevskii A.A., Peretsmanas E.O., Bazarov A.Y., Basankin I.V. Infectious Lesions of the Spine: Draft National Clinical Guidelines. *Hirurgiâ pozvonocnika* 2019; 16 (4): 63–76 (In Russ.)].
22. Bostrom A., Oertel M., Ryang Y. et al. Treatment strategies and outcome in patients with non-tuberculous spinal epidural abscess — a review of 46 cases. *Minim Invasive Neurosurg.* 2008; 51: 36–42.
23. Furey C.G., Sadowiski K., Belding J., Nicholas A.U. Emergent surgical management of patients with sepsis and neurologic deterioration due to a spinal epidural abscess. *Spine J.* 2014; 14: S69–S70.
24. Hadjipavlou A.G., Mader J.T., Necessary J.T., Muffoletto A.J. Hematogenous pyogenic spinal infections and their surgical management. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000; 25: 1668–1679.

Поступила в редакцию 12.01.2020 г.

#### Сведения об авторах:

*Вишневецкий Аркадий Анатольевич* — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, врач-нейрохирург Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; e-mail: vichnevsky@mail.ru; ORCID 0000-0002-9186-6461;

*Наумов Денис Георгиевич* — младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; e-mail: dгнаумов1@gmail.com; ORCID 0000-0002-9892-6260;

*Макогонова Марина Евгеньевна* — кандидат медицинских наук, заведующая кабинетом магнитно-резонансной томографии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; e-mail: makogonovame@gmail.com; ORCID 0000-0001-6760-2426;

*Олейник Владимир Васильевич* — доктор медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 194064, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 32; ORCID 0000-0002-4602-5655.