

Трансбронхиальная эндосонография лимфоузлов средостения в дифференциальной диагностике туберкулеза и других заболеваний

И.А. Зайцев¹, И.В. Васильев¹, И.С. Маменко¹, П.К. Яблонский^{1,2}

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

²Санкт-Петербургский государственный университет

Transbronchial endosonography of mediastinal lymph nodes in the differential diagnosis of tuberculosis and other diseases

I. Zaitsev¹, I. Vasiliev¹, I. Mamenko¹, P. Yablonsky^{1,2}

¹St. Petersburg State Phthisiopulmonology Research Institute

²St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2025 г.

Резюме

Введение. Лимфаденопатия средостения представляет значительную проблему в дифференциальной диагностике множества заболеваний, включая туберкулез. Трансбронхиальная биопсия лимфоузлов под контролем эндосонографии (EBUS-TBNA) является малоинвазивным методом диагностики, который занимает лидирующие позиции как метод выбора для инвазивной диагностики. Однако в Российской Федерации к этому методу относятся с осторожностью, зачастую предпочитая видеоторакоскопическую биопсию. **Цель исследования:** изучить параметры диагностической ценности эндосонографических паттернов, выявляемых при трансбронхиальной эндосонографии лимфоузлов средостения в дифференциальной диагностике туберкулезного поражения. **Материалы и методы.** Ретроспективный анализ проспективно набранной группы, включающей 185 пациентов с лимфаденопатией средостения, которым выполнена EBUS-TBNA с последующей видеоторакоскопической биопсией для верификации диагноза. Анализировались ультразвукографические характеристики лимфоузлов, такие как форма, края, эхогенность, наличие центральных структур, признаки некроза, кальцификации и слияния лимфоузлов. Проведена экономическая оценка

по методу минимизации затрат случаев выполнения с целью верификации трансбронхиальной биопсии лимфоузлов средостения под контролем эндосонографии и видеоторакоскопической биопсии. **Результаты.** У 23 пациентов (12,4%) подтвержден туберкулез внутригрудных лимфоузлов, у 137 (74,1%) — саркоидоз 1–2 стадии, у 11 (5,9%) — метастатическое поражение, у 11 (5,9%) — гиперплазия лимфоузлов. Статистически значимыми предикторами туберкулезного поражения явились: овальная/неправильная форма ($p=0,009$), нечеткие контуры ($p=0,012$), наличие признаков некроза ($p=0,038$) и слияния лимфоузлов ($p=0,020$). Выявление комбинации этих признаков повышало вероятность туберкулеза в 3,1–4,8 раза (прогностическая ценность положительного ответа — 30,2%), прогностическая ценность отрицательного ответа составила 93%. Медиана стоимости законченного случая применения видеоторакоскопической биопсии с целью верификации составила 123,6 у.е., тогда как трансбронхиальная аспирационная биопсия под контролем эндосонографии — 72,3 у.е. **Заключение.** Выявлены характерные эндосонографические паттерны туберкулезного поражения лимфоузлов средостения, которые могут служить дополнительными критериями дифференциальной диагностики. Отсутствие этих признаков

позволяет с высокой долей достоверности исключить туберкулезное поражение. При этом окончательная верификация требует обязательного морфологического и/или молекулярно-генетического подтверждения, что значительно более экономически целесообразно, чем выполнение видеоторакоскопической биопсии как первоначального этапа.

Ключевые слова: эндобронхиальная ультрасонография, EBUS-TBNA, туберкулез внутригрудных лимфатических узлов, лимфаденопатия средостения, эндосонографические паттерны

Summary

Introduction. Mediastinal lymphadenopathy poses a significant challenge in the differential diagnosis of numerous diseases, including tuberculosis. Transbronchial biopsy under endosonographic guidance (EBUS-TBNA) is a minimally invasive diagnostic method, widely recognized as a preferred approach for invasive diagnostics. However, in the Russian Federation this method is taken with caution, and videothoroscopic biopsy is often preferred. **Aim:** to investigate the diagnostic value of endosonographic patterns identified during transbronchial endosonography of mediastinal lymph nodes in the differential diagnosis of tuberculous involvement. **Materials and methods:** a retrospective analysis was conducted on a prospectively recruited cohort of 185 patients with mediastinal lymphadenopathy who underwent EBUS-TBNA followed by videothoroscop-

ic biopsy for diagnostic verification. Ultrasonographic characteristics of lymph nodes, including shape, margins, echogenicity, presence of central structures, signs of necrosis, calcification, and lymph node fusion, were analyzed. An economic evaluation was performed using a cost-minimization approach to compare EBUS-TBNA and videothoroscopic biopsy. **Results.** Tuberculosis of intrathoracic lymph nodes was confirmed in 23 patients (12.4%), sarcoidosis stages 1–2 in 137 (74.1%), metastatic involvement in 11 (5.9%), and lymph node hyperplasia in 11 (5.9%). Statistically significant predictors of tuberculous involvement included oval/irregular shape ($p=0.009$), unclear margins ($p=0.012$), necrosis ($p=0.038$), and lymph node fusion ($p=0.020$). The combination of these features increased the likelihood of tuberculosis by 3.1–4.8 times (positive predictive value 30.2%), with a negative predictive value of 93%. The median cost of videothoroscopic biopsy was 123.6 c.u., compared to 72.3 c.u. for EBUS-TBNA. **Conclusion.** Characteristic endosonographic patterns of tuberculous mediastinal lymph node involvement were identified, serving as additional differential diagnostic criteria. The absence of these patterns reliably excludes tuberculosis. However, definitive verification requires morphological and/or molecular-genetic confirmation, which is significantly more cost-effective than initial videothoroscopic biopsy.

Keywords: endobronchial ultrasonography, EBUS-TBNA, tuberculosis, mediastinal lymphadenopathy, endosonographic patterns

Введение

Туберкулез остается глобальной проблемой здравоохранения с ежегодной заболеваемостью около 10 млн человек [1]. По данным ВОЗ, из 6,9 млн человек с диагностированным в 2023 г. туберкулезом легких только у 62% диагноз был подтвержден бактериологическими методами [1]. Особые трудности представляет верификация туберкулеза при отрицательных результатах традиционных методов исследования, включая микроскопию и посев на МБТ, иммунологические тесты.

Лимфаденопатия средостения (ЛАПС) — увеличение лимфоузлов средостения по данным компьютерной томографии более 10 мм по короткой оси — является неспецифическим признаком и может наблюдаться при различных заболеваниях [2]. Дифференциально-диагностический ряд включает туберкулез внутригрудных лимфатических узлов (ВГЛУ), саркоидоз, лимфопролиферативные заболевания, метастазы опухолей различной локализации [3, 4].

Туберкулезное поражение ВГЛУ наблюдается примерно у 40% взрослых пациентов с туберкулезом [5]. Отсутствие патогномичных клинических симптомов и схожесть рентгенологических проявлений существенно затрудняют дифференциальную диагностику между туберкулезом, злокачественными новообразованиями и саркоидозом [6]. В подобных случаях ключевое значение приобретает морфологическая верификация диагноза.

Трансbronхиальная аспирационная биопсия под контролем эндосонографии (EBUS-TBNA) является малоинвазивным методом, позволяющим получить цитологический и гистологический материал из увеличенных лимфоузлов средостения [7, 8]. Хотя EBUS-TBNA признан стандартом диагностики и стадирования немелкоклеточного рака легкого [9, 10], его роль в диагностике туберкулеза ВГЛУ изучена недостаточно, особенно в регионах с высокой распространенностью туберкулеза [11].

Эндосонографические характеристики лимфоузлов при злокачественных новообразованиях хоро-

шо описаны и включают округлую форму, отсутствие центральных структур, гетерогенную эхоструктуру и патологическую васкуляризацию [12]. Однако эндосонографические паттерны туберкулезного поражения лимфоузлов остаются недостаточно изученными [13, 14].

Цель исследования

Определение характерных эндосонографических паттернов лимфоузлов средостения при туберкулезе и оценка их прогностической ценности для дифференциальной диагностики.

Материалы и методы исследования

Дизайн исследования и пациенты

Проведено ретроспективно-проспективное исследование на базе ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России в период с 2010 по 2019 г. В исследование включены 185 пациентов с лимфаденопатией средостения, соответствующих следующим критериям включения:

- возраст ≥ 18 лет;
- наличие лимфоузлов средостения $> 1,0$ см в наименьшем измерении по данным КТ;
- согласие на проведение EBUS-TBNA и видеоторакоскопической биопсии легкого и лимфоузлов средостения.

Критерии исключения:

- наличие подтвержденного заболевания легких (туберкулез, злокачественное новообразование, саркоидоз);
- инфицированность ВИЧ;
- противопоказания к анестезиологическому пособию и оперативному вмешательству.

Исследование одобрено Независимым этическим комитетом при ФГБУ «СПб НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России (протокол № 53 от 22.11.2016).

Методика проведения EBUS-TBNA

Все процедуры выполнялись в условиях общей анестезии. Использовался ультразвуковой видеобронхоскоп Pentax EB-1970UK и ультразвуковой сканер HITACHI EUB 5000 Plus. Для обеспечения доступа в дыхательные пути использовались интубационная эндотрахеальная трубка (33%), ларингеальная маска (40,6%) или тубус ригидного бронхоскопа (20,3%).

После визуализации увеличенных лимфоузлов средостения проводилась их оценка по ультразвукографическим характеристикам с последующей пункцией под визуальным контролем. Аспирационный материал направлялся на цитологическое и молекулярно-гене-

тическое исследование (ПЦР на ДНК МБТ) согласно федеральным клиническим рекомендациям [15].

Эндосонографические характеристики

Для описания ультрасонографических признаков использовалась следующая схема:

- форма лимфоузла (округлая, овальная, неправильная);
- характеристика краев (четкие, нечеткие);
- эхогенность (гомогенная, гетерогенная);
- наличие центральных структур (ворот лимфоузла);
- признаки некроза (есть, нет);
- кальцификация (есть, нет);
- признаки слияния лимфоузлов (есть, нет).

Верификация диагноза

Всем пациентам после EBUS-TBNA выполнялась видеоторакоскопическая биопсия лимфоузлов средостения, служившая референсным методом для окончательной верификации диагноза [16]. Окончательный диагноз устанавливался на основании гистологического исследования операционного материала и результатов молекулярно-генетического тестирования.

Критерии диагностики туберкулеза ВГЛУ:

- эпителиоидно-клеточные гранулемы с очагами казеозного некроза в гистологическом материале; и/или
- положительные результаты ПЦР на ДНК МБТ и/или микроскопии на МБТ.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel 2016, StatTech v.2.8.8, IBM SPSS Statistics v.23.0 и MedCalc v.18.9.1. Нормальность распределения количественных признаков проверялась критериями Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q_1-Q_3), качественные — в виде абсолютных чисел и процентов.

Для сравнения двух независимых групп по количественным признакам использовался U-критерий Манна-Уитни. Для сравнения групп по качественным признакам применялся критерий χ^2 Пирсона или точный критерий Фишера. Прогностическое значение отдельных признаков оценивалось с помощью расчета отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ).

Для оценки прогностической ценности комбинации признаков применялась бинарная логистическая регрессия. Качество модели оценивалось с помощью коэффициента детерминации Найджелкерка (Nagelkerke R^2), ROC-анализа с расчетом площади под кривой (AUC). Оптимальное пороговое значение определялось по максимальному значению индекса Юдена

($J = \text{чувствительность} + \text{специфичность} - 1$). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Характеристика пациентов

В исследование включено 185 пациентов с лимфаденопатией средостения. Преобладали пациенты молодого возраста (62,7%) с незначительным преобладанием мужчин (53,5%). Медиана возраста составила 36 лет (28–50 лет). Клинические проявления заболевания отмечались у 57,9% пациентов, наиболее частыми симптомами были кашель (41,6%), повышение температуры тела (24,9%) и общая слабость (20,8%).

По данным референсного метода (видеоторакоскопическая биопсия), наиболее частым заболеванием оказался саркоидоз органов дыхания 1–2 стадии — 137 пациентов (74,1%). Туберкулез ВГЛУ диагностирован у 23 пациентов (12,4%), метастатическое поражение — у 11 (5,9%), гиперплазия лимфоузлов — у 11 (5,9%), другие патологии — у 3 (1,6%).

Эндосонографические характеристики лимфоузлов средостения

При ультразвуковом исследовании оценивались лимфоузлы групп 4R, 4L и 7 согласно классификации IASLC. Наиболее часто биопсировались лимфоузлы группы 4R (92,4%), реже — 7 группы (50,3%) и 4L группы (8,1%).

Эндосонографические характеристики лимфоузлов представлены в табл. 1.

Эндосонографические предикторы туберкулезного поражения лимфоузлов

При анализе взаимосвязи между эндосонографическими характеристиками лимфоузлов и туберкулезным поражением выявлены статистически значимые различия по следующим параметрам (табл. 2).

Как видно из табл. 2, статистически значимыми предикторами туберкулезного поражения лимфоузлов являются:

- неправильная форма лимфоузла (ОШ 4,8; 95% ДИ 1,7–13,7; $p=0,009$);
- нечеткие контуры (ОШ 3,1; 95% ДИ 1,2–7,8; $p=0,012$);
- наличие признаков некроза (ОШ 3,6; 95% ДИ 1,0–12,8; $p=0,038$);
- наличие признаков слияния (ОШ 2,9; 95% ДИ 1,2–7,0; $p=0,020$).

При этом не выявлено статистически значимых различий в отношении экзогенности лимфоузлов ($p=0,299$), наличия центральных структур ($p=0,216$) и кальцификации ($p=0,494$).

Комбинация эндосонографических признаков

Для оценки прогностической ценности комбинации эндосонографических признаков была построена многофакторная логистическая регрессионная модель (рисунок).

Таблица 1

Эндосонографические характеристики контрольных лимфоузлов (n=185)

Показатель	Категория	Количество, абс. (%)
Форма лимфоузла	Округлая	30 (16,2)
	Овальная	132 (71,4)
	Неправильная	23 (12,4)
Характеристика краев	Четкие	109 (58,9)
	Нечеткие	76 (41,1)
Эхогенность	Гомогенная	83 (44,9)
	Гетерогенная	102 (55,1)
Центральные структуры	Наличие	43 (23,2)
	Отсутствие	142 (76,8)
Признаки некроза	Наличие	13 (7,0)
	Отсутствие	172 (93,0)
Кальцификация	Наличие	17 (9,2)
	Отсутствие	168 (90,8)
Признаки слияния	Наличие	79 (42,7)
	Отсутствие	106 (57,3)

Таблица 2

Взаимосвязь между эндосонографическими характеристиками и туберкулезным поражением лимфоузлов

Показатель	Категория	Туберкулезное поражение лимфоузла		p	ОШ (95% ДИ)
		отсутствие, абс. (%)	наличие, абс. (%)		
Форма лимфоузла	Округлая	25 (83,3)	5 (16,7)	0,009*	2,2 (0,7–6,9)
	Овальная	121 (91,7)	11 (8,3)		0,3 (0,1–0,8)
	Неправильная	16 (69,6)	7 (30,4)		4,8 (1,7–13,7)
Характеристика краев	Четкие	101 (92,7)	8 (7,3)	0,012*	0,3 (0,1–0,8)
	Нечеткие	61 (80,3)	15 (19,7)		3,1 (1,2–7,8)
Признаки некроза	Наличие	9 (69,2)	4 (30,8)	0,038*	3,6 (1,0–12,8)
	Отсутствие	153 (89,0)	19 (11,0)		0,3 (0,1–1,0)
Признаки слияния	Наличие	64 (81,0)	15 (19,0)	0,020*	2,9 (1,2–7,0)
	Отсутствие	98 (92,5)	8 (7,5)		0,3 (0,1–0,9)

* Статистически значимые различия ($p < 0,05$).

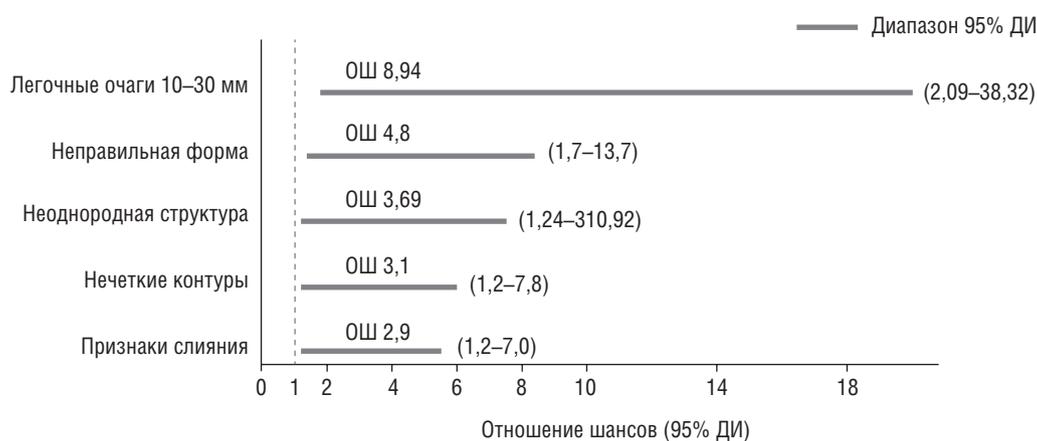


Рисунок. Многофакторная логистическая регрессионная модель

Прогностическая ценность эндосонографических паттернов в диагностике туберкулеза ВГЛУ

На основе выявленных статистически значимых эндосонографических характеристик была построена логистическая регрессионная модель, позволяющая оценить вероятность туберкулезного поражения лимфоузлов средостения. Модель включала наиболее значимые предикторы: наличие легочных очагов 10–30 мм, неоднородную структуру лимфоузлов по КТ и признаки слияния лимфоузлов по данным EBUS.

Полученная зависимость описывается следующим уравнением:

$$P = 1 / (1 + e^{(-z)}) \times 100\%,$$

где $z = -2,019 + 2,191X_1 + 1,305X_2 - 1,035X_3$, P — вероятность наличия туберкулезного поражения; X_1 — наличие легочных очагов 10–30 мм (0 — нет, 1 — да); X_2 — неоднородная структура лимфоузлов по КТ (0 — нет, 1 — да); X_3 — отсутствие признаков слияния лимфоузлов по EBUS (0 — нет, 1 — да).

Регрессионная модель продемонстрировала статистическую значимость ($p=0,002$), однако коэффициент детерминации Найджелкерка составил всего 15,7%, что указывает на то, что модель объясняет лишь незначительную часть вариации зависимой переменной. Столь низкое значение коэффициента детерминации свидетельствует о неполноте модели и ограничивает ее практическое применение для прогнозирования туберкулезного поражения, несмотря на статистическую значимость отдельных предикторов.

Анализ весовых коэффициентов модели показал, что наибольшую прогностическую ценность имело наличие легочных очагов 10–30 мм (ОШ 8,94; 95% ДИ 2,09–38,32; $p=0,003$), неоднородная структура лимфоузлов по КТ (ОШ 3,69; 95% ДИ 1,24–10,92; $p=0,019$) и признаки слияния лимфоузлов по EBUS (ОШ 2,87; 95% ДИ 1,15–7,15; $p=0,024$).

При оценке дискриминативной способности модели с помощью ROC-анализа площадь под кривой составила $0,737 \pm 0,065$ (95% ДИ 0,610–0,864; $p < 0,001$).

Однако, несмотря на формально хорошее значение AUC, низкий коэффициент детерминации не позволяет рассматривать данную модель как надежный инструмент для клинического применения.

Пороговое значение логистической функции P , соответствующее максимальному значению индекса Юдена, было установлено на уровне 0,117. При этом чувствительность модели составила 85,7%, специфичность — 49,7%. Учитывая низкую специфичность и низкий коэффициент детерминации, данная модель не может использоваться для прогнозирования туберкулезного поражения лимфоузлов и требует дальнейшего усовершенствования с учетом дополнительных факторов.

Экономический анализ

Проведен экономический анализ по методу минимизации затрат: стоимость законченного случая выполнения верификации лимфаденопатии средостения (сумма всех прямых затрат на оказание медицинской помощи до момента выписки) при 1) использовании трансбронхиальной биопсии лимфоузлов средостения под контролем эндосонографии; 2) использовании видеоторакоскопической биопсии.

Расчет проводился в условных единицах (у.е.). 1 у.е. соответствовала 1000 рублей. Данные для расчета были взяты из преискуранта ФГБУ «СПб НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России, актуального на декабрь 2019 г.

Дополнительные факторы, повышающие вероятность туберкулеза

Помимо эндосонографических характеристик, были выявлены дополнительные клиничко-рентгенологические факторы, ассоциированные с туберкулезным поражением лимфоузлов:

- старший возраст (медиана 49 лет против 35 лет; $p=0,014$);
- наличие легочных очагов 10–30 мм (ОШ 4,7; 95% ДИ 1,2–17,4; $p=0,033$);
- асимметричная лимфаденопатия средостения (ОШ 3,5; 95% ДИ 1,5–8,0; $p=0,005$);
- неоднородная структура лимфоузлов по КТ (ОШ 3,1; 95% ДИ 1,2–8,0; $p=0,018$).

Обсуждение

Проведенное исследование выявило характерные эндосонографические паттерны туберкулезного поражения лимфоузлов средостения и оценило их прогностическую ценность в дифференциальной диагностике.

Согласно полученным результатам, ключевыми эндосонографическими предикторами туберкулез-

ного поражения лимфоузлов являются неправильная форма, нечеткие контуры, признаки некроза и слияния лимфоузлов. Комбинация этих признаков значительно повышает вероятность туберкулезного поражения. Эти данные согласуются с результатами исследования S. Dhooia и соавт. [13], которые также отмечали гетерогенную эхоструктуру с признаками некроза как характерную особенность туберкулезных лимфоузлов.

В то же время наше исследование показало, что некоторые эндосонографические характеристики, традиционно ассоциируемые с метастатическим поражением, такие как округлая форма, отсутствие центральных структур и гетерогенная эхоструктура [13], не продемонстрировали статистически значимой связи с туберкулезом. Это подтверждает наблюдения других исследователей [17], отметивших, что в регионах с высокой распространенностью туберкулеза эти признаки не являются специфичными для злокачественных новообразований.

Интересным наблюдением стала значимая связь туберкулезного поражения с асимметричной лимфаденопатией средостения и неоднородной структурой лимфоузлов по данным КТ. Эти результаты дополняют ранее опубликованные данные J. Burrell и соавт. [18], которые описывали одностороннюю лимфаденопатию как характерный признак первичного туберкулеза.

Построенная логистическая регрессионная модель, включающая наиболее значимые предикторы, продемонстрировала статистическую значимость ($p=0,002$), но имела критически низкий коэффициент детерминации Найджелкерка (15,7%). Это указывает на то, что модель объясняет лишь небольшую часть вариации данных и не может считаться надежным инструментом прогнозирования, несмотря на формально хорошие показатели площади под ROC-кривой. Такое несоответствие между сравнительно высоким значением AUC и низким коэффициентом детерминации может быть связано с наличием неучтенных в модели факторов, оказывающих существенное влияние на вероятность туберкулезного поражения лимфоузлов.

Важно отметить, что несмотря на выявленные характерные эндосонографические паттерны туберкулезного поражения, они не могут считаться абсолютно специфичными. Как показывает наше исследование и результаты, полученные K. Prasad и соавт. [19], даже в регионах с высокой распространенностью туберкулеза эндосонографические признаки не обладают достаточной специфичностью для дифференциации туберкулезного поражения от других заболеваний. Окончательная верификация диагноза требует обязательного морфологического и/или молекулярно-генетического подтверждения [15], что совпадает с современными представлениями о диагностике туберкулеза [20].

Наше исследование подтверждает вывод I. Papatzouroulos и соавт. [21] о высокой диагностической эффективности EBUS-TBNA при различных лимфаденопатиях средостения, что особенно важно в условиях дифференциальной диагностики туберкулеза. Как показали V. Scano и соавт. [11] в обзоре литературы, использование EBUS-TBNA при неопухоловой лимфаденопатии, включая туберкулез и саркоидоз, является надежным диагностическим методом с высокой чувствительностью и специфичностью.

Экономический анализ методом минимизации затрат показал, что применение EBUS-TBNA экономически более выгодно по сравнению с видеоторакоскопической биопсией (72,3 у.е. против 123,6 у.е.), что в сочетании с малоинвазивным характером процедуры делает ее предпочтительным первым этапом верификации диагноза. Это согласуется с данными исследования L. Sharples и соавт. [9], которые также отмечали экономическую эффективность эндосонографических методов по сравнению с хирургическими.

Ограничения исследования

К ограничениям настоящего исследования следует отнести его одноцентровый характер и относительно небольшое количество пациентов с туберкулезным поражением лимфоузлов. Кроме того, интерпретация эндосонографических изображений может быть субъективной и зависит от опыта специалиста, проводящего исследование. Для преодоления этих ограничений необходимы мультицентровые исследования с независимой оценкой эндосонографических изображений, как отмечено в работах N. Navani и соавт. [17] и W. Li и соавт. [22].

Заключение

Проведенное исследование выявило характерные эндосонографические паттерны туберкулезного поражения лимфоузлов средостения, включающие непра-

вильную форму, нечеткие контуры, признаки некроза и слияния лимфоузлов. Выявление комбинации этих признаков повышает вероятность диагностики туберкулезного поражения в 3,1–4,8 раза.

С другой стороны, отсутствие выявленных эндосонографических признаков позволяет с высокой долей достоверности исключить туберкулезное поражение (прогностическая ценность отрицательного результата 93%), что имеет большое практическое значение для определения результатов биопсии.

Построенная логистическая регрессионная модель, несмотря на статистическую значимость, имеет критически низкий коэффициент детерминации (15,7%), что свидетельствует о ее недостаточной надежности и ограничивает возможности ее применения в клинической практике. Независимо от обнаруженных эндосонографических паттернов, окончательное подтверждение диагноза туберкулеза ВГЛУ требует обязательного морфологического и/или молекулярно-генетического подтверждения.

Результаты экономического анализа демонстрируют значительную экономическую эффективность применения EBUS-TBNA по сравнению с видеоторакоскопической биопсией (экономия составляет 41,5% затрат), что в сочетании с малоинвазивным характером процедуры и ее диагностической ценностью обосновывает необходимость более широкого внедрения данного метода в клиническую практику фтизиопульмонологических учреждений Российской Федерации и может привести к существенной оптимизации расходов системы здравоохранения при диагностике туберкулеза внутригрудных лимфатических узлов.

Результаты исследования могут быть использованы для разработки стандартизированных критериев оценки эндосонографической картины при подозрении на туберкулезное поражение лимфоузлов средостения, что потенциально способно повысить точность предварительной диагностики и оптимизировать диагностический алгоритм.

Список литературы

1. World Health Organization. Global tuberculosis report 2024. Geneva: WHO; 2024.
2. Демко И.В., Собко Е.А., Гордеева Н.В., Краснов Д.В., Краснов В.В., Гордеев И.Г., Соловьева И.А. Медиастинальная лимфаденопатия: трудности дифференциальной диагностики. Профилактическая медицина 2023; 26 (1): 89–94. [Demko I.V., Sobko E.A., Gordееva N.V., Krasnov D.V., Krasnov V.V., Gordееv I.G., Solov'eva I.A. Mediastinal lymphadenopathy: difficulties of differential diagnosis. Profilakticheskaya Meditsina 2023; 26 (1): 89–94 (In Russ.)]. doi: 10.17116/profmed20232601189.
3. Gaddey H.L., Riegel A.M. Unexplained lymphadenopathy: evaluation and differential diagnosis. Am Fam Physician 2016; 94 (11): 896–903.
4. Nin C.S., de Souza V.V., do Amaral R.H. et al. Thoracic lymphadenopathy in benign diseases: A state of the art review. Respir Med. 2016; 112: 10–17. doi: 10.1016/j.rmed.2016.01.001.
5. Leung A.N. Pulmonary tuberculosis: the essentials. Radiology 1999; 210(2):307–322. doi: 10.1148/radiology.210.2.r99fe40307.
6. Valeyre D., Brauner M., Bernaudin J.F. et al. Differential diagnosis of pulmonary sarcoidosis: a review. Front Med. (Lausanne) 2023; 10: 1150751. doi: 10.3389/fmed.2023.1150751.
7. Трахтенберг А.Х., Колбанов К.И., Пикин О.В. Медиастинальная лимфаденопатия при раке легкого и методы ее диагностики. Российский онкологический журнал 2016; 21 (1): 47–51. [Trakhtenberg A.Kh., Kolbanov K.I., Pikin O.V. Mediastinal lymphadenopathy in lung cancer and methods of its diagnosis. Rossiyskiy Onkologicheskiy Zhurnal 2016; 21 (1): 47–51 (In Russ.)]. doi: 10.18821/1028-9984-2016-21-1-47-51.

8. Agarwal R., Srinivasan A., Aggarwal A.N. et al. Efficacy and safety of convex probe EBUS-TBNA in sarcoidosis: A systematic review and meta-analysis. *Respir. Med.* 2012; 106 (6): 883–892. doi: 10.1016/j.rmed.2012.02.011.
9. Sharples L.D., Jackson C., Wheaton E. et al. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of endobronchial and endoscopic ultrasound relative to surgical staging in potentially resectable lung cancer: results from the ASTER randomised controlled trial. *Health Technol Assess* 2012; 16 (18): 1–75. doi: 10.3310/hta16180.
10. Yasufuku K., Pierre A., Darling G. et al. A prospective controlled trial of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration compared with mediastinoscopy for mediastinal lymph node staging of lung cancer. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011; 142 (6): 1393–1400. e1. doi: 10.1016/j.jtcvs.2011.08.037.
11. Scano V., Fois A.G., Manca A. et al. Role of EBUS-TBNA in non-neoplastic mediastinal lymphadenopathy: Review of literature. *Diagnostics (Basel)* 2022; 12 (2): 512. doi: 10.3390/diagnostics12020512.
12. Wang L., Wu W., Hu Y. et al. Sonographic features of endobronchial ultrasonography predict intrathoracic lymph node metastasis in lung cancer patients. *Ann. Thorac. Surg.* 2015; 100 (4): 1203–1209. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.05.028
13. Dhooria S., Agarwal R., Aggarwal A.N. et al. Differentiating tuberculosis from sarcoidosis by sonographic characteristics of lymph nodes on endobronchial ultrasonography: a study of 165 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 148 (2): 662–667. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.12.043.
14. Fujiwara T., Yasufuku K., Nakajima T. et al. The utility of sonographic features during endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for lymph node staging in patients with lung cancer: a standard endobronchial ultrasound image classification system. *Chest* 2010; 138 (3): 641–647. doi: 10.1378/chest.09-2060.
15. Черноусова Л.Н., Севастьянова Э.В., Ларионова Е.Е. и др. Федеральные клинические рекомендации по организации и проведению микробиологической и молекулярно-генетической диагностики туберкулеза. Москва; 2021. [Chernousova L.N., Sevastyanova E.V., Larionova E.E. et al. Federal clinical guidelines for the organization and conduct of microbiological and molecular genetic diagnosis of tuberculosis. Moscow; 2021 (In Russ.).]
16. Кудряшов Г.Г., Васильев И.В., Зайцев И.А., Новицкая Т.А., Журавлев В.Ю., Арчакова Л.И., Аветисян А.О., Козак А.Р., Яблонский П.К. Использование трансbronхиальной аспирации лимфатических узлов средостения под контролем ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике туберкулезного лимфаденита у больных с лимфаденопатией средостения. *Медицинский альянс* 2017; (2): 3542. [Kudryashov G.G., Vasilyev I.V., Zaitsev I.A., Novitskaya T.A., Zhuravlev V.Yu., Archakova L.I., Avetisyan A.O., Kozak A.R., Yablonsky P.K. The use of transbronchial aspiration of mediastinal lymph nodes under ultrasound guidance in the differential diagnosis of tuberculous lymphadenitis in patients with mediastinal lymphadenopathy. *Meditsinskiy Alyans* 2017; (2): 3542 (In Russ.).]
17. Navani N., Molyneaux P.L., Breen R.A. et al. Utility of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in patients with tuberculous intrathoracic lymphadenopathy: a multicentre study. *Thorax* 2011; 66 (10): 889–893. doi: 10.1136/thx.2010.156681.
18. Burrill J., Williams C.J., Bain G., Conder G., Hine A.L., Misra R.R. Tuberculosis: a radiologic review. *Radiographics* 2007; 27 (5): 1255–1273. doi: 10.1148/rg.275065176.
19. Prasad K.T., Muthu V., Sehgal I.S. et al. Endosonographic characteristics of mediastinal lymph nodes for predicting malignancy in high tuberculosis burden settings: a study of 774 subjects. *Expert Rev Respir Med.* 2022; 16 (9): 1011–1015. doi: 10.1080/17476348.2022.2116946.
20. MacLean E., Broger T., Yerlikaya S. et al. Advances in molecular diagnosis of tuberculosis. *J. Clin Microbiol* 2019; 57 (9): e01582-18. doi: 10.1128/JCM.01582-18.
21. Pantazopoulos I., Boura P., Xanthos T., Syrigos K. Effectiveness of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in diagnosing lymphadenopathy in 1,025 consecutive patients. *Interact Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2013; 17 (2): 342–346. doi: 10.1093/icvts/ivt196.
22. Li W., Zhang T., Chen Y. et al. Diagnostic value of convex probe endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in mediastinal tuberculous lymphadenitis: a systematic review and meta-analysis. *Med. Sci Monit.* 2015; 21: 2064–2072. doi: 10.12659/MSM.894019.

Поступила в редакцию: 22.02.2025 г.

Сведения об авторах:

Зайцев Иван Александрович — торакальный хирург ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: ia.zaitcev@spbniif.ru; ORCID 0000-0002-5990-486X;

Васильев Игорь Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель НИЛ «Интервенционная пульмонология» ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: info@spbniif.ru; ORCID 0000-0003-2168-5793;

Маменко Игорь Сергеевич — врач-эндоскопист ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; e-mail: info@spbniif.ru; ORCID 0000-0002-8370-8594;

Яблонский Петр Казимирович — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, директор ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2–4; проректор по медицинской деятельности, заведующий кафедрой госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; e-mail: info@spbniif.ru; ORCID 0000-0003-4385-9643.