

**O'PKA SARATONI DIAGNOSTIKASI VA STADIYALASHTIRISHDA
EBUS-TBNA NING AFZALLIKLARI****ПРЕИМУЩЕСТВА EBUS-TBNA В ДИАГНОСТИКЕ И
СТАДИРОВАНИИ РАКА ЛЁГКОГО****ADVANTAGES OF EBUS-TBNA IN THE DIAGNOSIS AND
STAGING OF LUNG CANCER**

*MUALLIF HAQIDA MA'LUMOT
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / AUTHOR INFORMATION*

Yusupov Oybek Maqsud o'g'li

Юсупов Ойбек Мақсуд угли

Oybek M. Yusupov

*Toshkent davlat tibbiyot universiteti, onkologiya,
onkogematologiya va radiatsion onkologiya kafedrası.*

*Ташкентский государственный медицинский
университет, кафедра онкологии,
онкогематологии и радиационной онкологии.*

*Tashkent State Medical University,
Department of Oncology, Oncohematology
and Radiation Oncology.*

ORCID: 0009-0009-5862-934X

e-mail: oybek.onko96@gmail.com

Annotatsiya / Аннотация / Abstract

Dolzarbligi: O'pka saraton kasalligi dunyo bo'yicha eng keng tarqalgan onkologik kasalliklardan biri bo'lib, GLOBOCAN 2022 ma'lumotlariga ko'ra har yili 2,48 million yangi holat qayd etiladi va 1,82 million bemor hayotini yo'qotadi. Kasallikni kech aniqlash belgilangan prognozni sezilarli darajada yomonlashtiradi.

Maqsad: O'pka saraton kasalligini diagnostika qilish va stadiyalashtirish jarayonida EBUS-TBNA ning an'anaviy usullarga nisbatan afzalliklarini tizimli tahlil qilish.

Asosiy natijalar: EBUS-TBNA usuli mediastinal limfa tugunlarini stadiyalashtirishda 85–94% sezuvchanlik va ~100% o'ziga xoslikni ta'minlaydi. EBUS+EUS kombinatsiyasi sezuvchanlikni 93% gacha oshiradi. Asoratlar darajasi ~2% ni tashkil etadi.

Xulosa: EBUS-TBNA — o'pka saratonida mediastinoskopiyaga minimal invaziv muqobil bo'lib, molekulyar diagnostika imkoniyatlarini to'liq ta'minlaydi.

Актуальность: Рак лёгкого занимает первое место среди онкологических заболеваний по показателям заболеваемости (2,48 млн новых случаев) и смертности (1,82 млн летальных исходов) в год по данным GLOBOCAN 2022. Поздняя диагностика остаётся ключевой причиной неблагоприятного прогноза.

Цель: Систематизировать и оценить доказательную базу преимуществ EBUS-TBNA перед традиционными методами диагностики и стадирования рака лёгкого.

Основные результаты: EBUS-TBNA обеспечивает чувствительность 85–94% и специфичность ~100% при стадировании медиастинальных лимфоузлов. Комбинация EBUS+EUS повышает чувствительность до 93%. Частота осложнений составляет около 2%.

Заключение: EBUS-TBNA является минимально инвазивной альтернативой медиастиноскопии и полностью обеспечивает возможность молекулярной диагностики опухоли.

Background: Lung cancer remains the leading cause of cancer-related mortality worldwide, with 2.48 million new cases and 1.82 million deaths annually according to GLOBOCAN 2022. Late-stage diagnosis is the primary driver of poor prognosis.

Objective: To systematically evaluate the evidence base supporting the advantages of EBUS-TBNA over conventional methods in the diagnosis and staging of lung cancer.

Key findings: EBUS-TBNA achieves sensitivity of 85–94% and specificity of ~100% in mediastinal lymph node staging. The combined EBUS+EUS approach increases sensitivity to 93%. The complication rate is approximately 2%.

Conclusion: EBUS-TBNA represents a minimally invasive alternative to mediastinoscopy, while fully enabling comprehensive molecular profiling of the tumour.

Kalit so'zlar (UZ): o'pka saratoni, EBUS-TBNA, mediastinal limfa tugunlari, bronxoskopiya, stadiyalashtirish, molekulyar diagnostika.

Ключевые слова (RU): рак лёгкого, EBUS-TBNA, медиастинальные лимфоузлы, бронхоскопия, стадирование, молекулярная диагностика, AFB, роботизированная бронхоскопия.

Keywords (EN): lung cancer, EBUS-TBNA, mediastinal lymph nodes, bronchoscopy, staging, molecular diagnostics, endobronchial ultrasound.

1. Введение

Рак лёгкого — злокачественное новообразование, развивающееся из эпителия бронхов, бронхиол или альвеол, — в течение уже нескольких десятилетий остаётся одной из главных проблем клинической онкологии. По данным Международного агентства по изучению рака (GLOBOCAN 2022), ежегодно в мире регистрируется **2 480 675 новых случаев** заболевания и **1 817 469 летальных исходов**. При сохранении текущих тенденций к 2050 году прогнозируется удвоение обоих показателей [1,2].

Центральной клинической проблемой остаётся запоздалая морфологическая верификация: более 70% пациентов обращаются за медицинской помощью при III–IV стадии заболевания, когда пятилетняя выживаемость не превышает 5–10%, тогда как при I стадии она достигает 70–80% [3]. Это принципиальное различие в прогнозе обуславливает первостепенное значение точных, безопасных и минимально инвазивных методов раннего стадирования.

Традиционным «золотым стандартом» инвазивного стадирования медиастинальных лимфоузлов при немелкоклеточном раке лёгкого (НМРЛ) на протяжении десятилетий оставалась медиастиноскопия. Однако её инвазивность, необходимость общей анестезии и операционные риски стимулировали активный поиск альтернатив. Появление конвексного эндобронхиального ультразвука с трансbronхиальной пункционной биопсией (EBUS-TBNA) в начале 2000-х годов обозначило принципиально новый этап в диагностике и стадировании рака лёгкого [4].

Целью настоящего исследования является систематизация и критический анализ накопленной доказательной базы, подтверждающей диагностические преимущества EBUS-TBNA перед традиционными методами стадирования злокачественных новообразований лёгких.

2. Обзор литературы

2.1. Традиционные методы стадирования и их ограничения

Стандартная белосветная бронхоскопия (WLB) обеспечивает визуализацию центральных дыхательных путей с чувствительностью 70–90% при центральных опухолях, однако её диагностические возможности резко снижаются при периферических образованиях диаметром менее 2 см — до 20–30% [3]. «Слепая» трансbronхиальная биопсия (ТББП) без навигации обеспечивала диагностический выход лишь в 20–30% при периферических

образованиях и была полностью непригодна для стадирования лимфоузлов средостения [5].

Медиастиноскопия исторически считалась эталонным методом биопсии медиастинальных лимфоузлов. Вместе с тем она требует общей анестезии, госпитализации и сопряжена с риском серьёзных осложнений (кровотечение, повреждение возвратного нерва, медиастинит) в 2–3% случаев. Кроме того, метод имеет анатомические ограничения: недоступны лимфоузлы нижнего средостения (группы 8, 9) и паравертебральные (группа 3p) [6].

КТ-управляемая трансторакальная биопсия обеспечивает чувствительность до 90% при периферических образованиях, однако сопровождается частотой пневмоторакса 15–30% и кровохарканья в 5% случаев, что ограничивает её применение у пациентов с сниженными функциональными резервами [7].

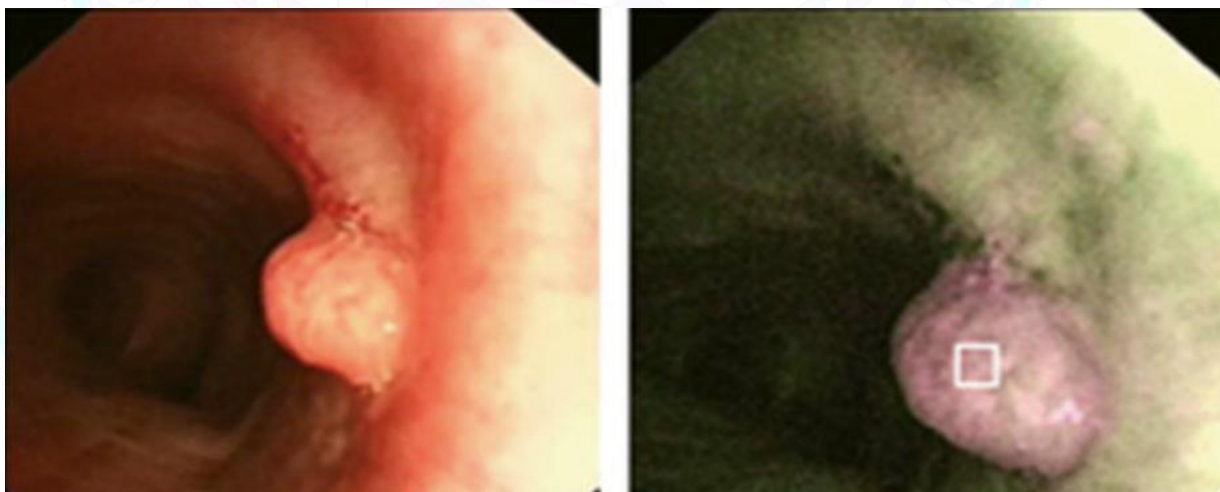


Рис. 2. Эндоскопическая картина: WLB и AFB бронхоскопии

2.2. Появление и эволюция EBUS-TBNA

Радиальный EBUS-зонд (r-EBUS) был введён в клиническую практику в 1992 году и обеспечивал 360° ультразвуковое изображение стенки бронха и прилежащих структур, однако не позволял проводить пункцию в режиме реального времени. Принципиальным шагом вперёд стало создание конвексного (линейного) EBUS-бронхоскопа с интегрированным криволинейным датчиком частотой 5–12 МГц, обеспечивающим визуализацию экстрамуральных структур под углом 90° к оси бронхоскопа и одновременную пункционную биопсию иглой 21–22G [4].

К 2007 году EBUS-TBNA вошёл в рекомендации ведущих профессиональных обществ (ERS, ESTS, ACCP) в качестве метода первой линии инвазивного стадирования НМРЛ. Это признание основывалось на результатах многочисленных проспективных исследований, продемонстрировавших

высокую диагностическую точность метода при минимальном профиле нежелательных явлений [8].

3. Методология исследования

Настоящая работа представляет собой нарративный систематизированный обзор литературы. Поиск источников проводился в базах данных PubMed/MEDLINE, Embase и Cochrane Library по ключевым словам: «EBUS-TBNA», «endobronchial ultrasound», «lung cancer staging», «mediastinoscopy», «mediastinal lymph nodes», «bronchoscopy», «molecular diagnostics».

Критерии включения: рандомизированные контролируемые исследования (РКИ), метаанализы, систематические обзоры и проспективные когортные исследования ($n \geq 50$) с обязательной гистологической верификацией результатов EBUS-TBNA. Критерии исключения: ретроспективные серии с $n < 50$, исследования без группы сравнения или патоморфологической верификации, а также работы с недоступным полным текстом.

Качество включённых исследований оценивалось с использованием шкалы QUADAS-2 (для диагностических исследований) и критериев GRADE (для оценки уровня доказательности рекомендаций). Данные о диагностической точности извлекались по стандартизированной форме: чувствительность, специфичность, площадь под ROC-кривой (AUC), отношение правдоподобия ($LR+$, $LR-$), частота нежелательных явлений. Эпидемиологические данные получены из базы GLOBOCAN 2022 (IARC).

Ввиду значительной гетерогенности включённых исследований (различия в дизайне, критериях включения пациентов, технике выполнения пункции и критериях диагностического выхода) количественный метаанализ не проводился; представлен нарративный синтез доказательств.

4. Анализ и результаты

4.1. Диагностическая точность EBUS-TBNA

Систематический обзор 100 исследований (Olteanu et al., 2025), включавший в совокупности более 15 000 пациентов с НМРЛ, продемонстрировал чувствительность EBUS-TBNA в диапазоне **85–94%** при специфичности **~100%** применительно к стадированию медиастинальных лимфоузлов (N2) [8]. Отрицательное предсказательное значение метода варьирует от 85 до 92%, что требует хирургической верификации отрицательных результатов у пациентов с высокой клинической вероятностью поражения [8].

Комбинированный подход EBUS-TBNA + EUS-TA (эндосонографически управляемая биопсия со стороны пищевода) повышает чувствительность до **93%** (95% ДИ: 89–96%) и суммарную диагностическую точность до 85% в сравнении с 74% при изолированном EBUS-TBNA (Badaoui et al., 2024) [9]. Данная

комбинация обеспечивает доступ к лимфатическим узлам всех значимых медиастинальных групп (2R, 2L, 3p, 4R, 4L, 7, 8, 9), включая недоступные при стандартной медиастиноскопии.

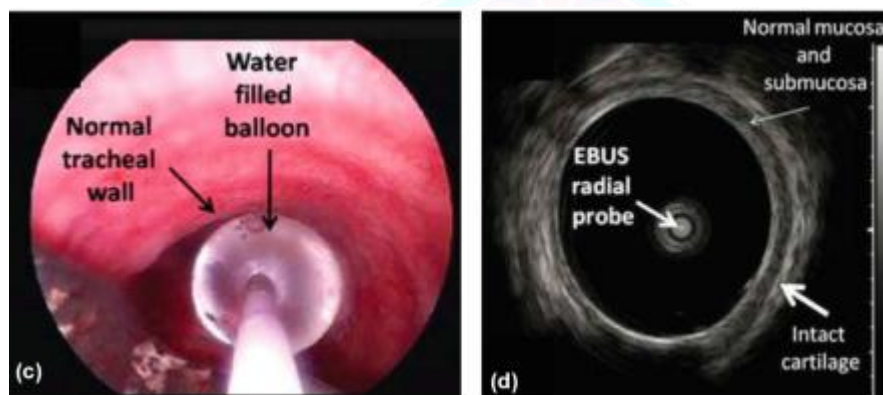


Рис. 3. Радиальный EBUS (r-EBUS): эндоскопическая картина (c) и ультразвуковое изображение нормальной стенки трахеи (d). Стрелки указывают на водонаполненный баллон, слизистую оболочку и хрящевые кольца

4.2. Сравнение с традиционными методами стадирования

Таблица 1. Сравнительная характеристика методов инвазивного стадирования рака лёгкого

Параметр	EBU S-TBNA	EBUS+ EUS	Медиас тино-скопия	КТ- биопсия
Чувствительность	85–94%	93%	78–90%	85–92%
Специфичность	~100%	~100%	100%	97–99%
Осложнения	~2%	~2%	2–3%	15–30% (пневмоторакс)
Анестезия	Местная / седация	Местная / седация	Общая	Местная
Госпитализация	Нет	Нет	1–2 дня	Нет

Молек. диагностика	Да (NGS, PD-L1)	Да	Да	Да
Источники	[8,9, 11]	[9]	[6]	[7]

Как следует из представленных данных, EBUS-TBNA не уступает медиастиноскопии по диагностической точности, принципиально превосходя её по профилю безопасности, операционным характеристикам и доступности повторных исследований — что особенно значимо при рестадировании после неоадьювантной химиотерапии.

4.3. Преимущество перед КТ и ПЭТ-КТ

Морфологическая верификация, обеспечиваемая EBUS-TBNA, принципиально отличает его от лучевых методов. По данным ряда проспективных исследований, КТ даёт до 40% ложноположительных результатов при увеличенных лимфоузлах, а ПЭТ-КТ — до 25–30% [6]. EBUS-TBNA позволяет пунктировать лимфоузлы нормальных размеров с микрометастазами, не выявляемыми ни КТ, ни ПЭТ. В исследовании ASTER (n=241, РКИ) добавление EBUS-TBNA к КТ/ПЭТ снизило частоту ненужных торакотомий на 46% [6].

4.4. Молекулярная диагностика и персонализация терапии

Одним из ключевых практических преимуществ EBUS-TBNA является возможность получения биопсийного материала, пригодного для полноценного молекулярно-генетического анализа в ходе единой эндоскопической сессии. Ретроспективное исследование 131 пациента (Olteanu et al., 2025) продемонстрировало, что биоптаты, полученные методом EBUS-TBNA, позволяют надёжно определить статус **EGFR** (мутации в экзонах 18–21), **ALK** и **ROS1** (перестройки), **BRAF**, **MET** и провести расширенное NGS-панельное секвенирование. Позитивность по PD-L1 в данной серии составила 52,2%, что непосредственно определяло выбор иммунотерапии [10,11].

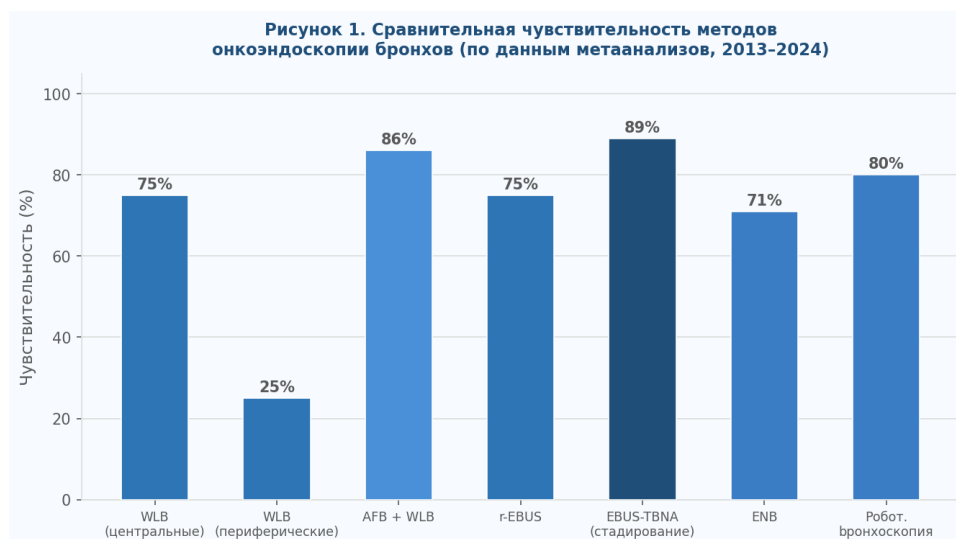


Рис. 4. Сравнительная чувствительность методов эндоскопической диагностики рака лёгкого (по данным метаанализов, 2013–2024)

4.5. Безопасность и частота нежелательных явлений

Совокупный анализ опубликованных данных свидетельствует о том, что EBUS-TBNA относится к числу наиболее безопасных инвазивных диагностических процедур в пульмонологии. Частота нежелательных явлений составляет ~2% [8], включая незначительное кровотечение (1,2%), транзиторную бактериемию (0,5–0,8%) и медиастинит (единичные случаи). Пневмоторакс при EBUS-TBNA практически не встречается — в отличие от КТ-управляемой трансторакальной биопсии, при которой его частота достигает 15–30% [7].

4.6. EBUS-TBNA в рамках скрининговых программ

Оба крупнейших рандомизированных исследования по скринингу рака лёгкого — NLST (снижение смертности на 20%) [14] и NELSON (снижение на 24%) [15] — подтвердили, что алгоритм низкодозовой КТ (НДКТ) неизбежно генерирует значительное число образований, требующих морфологической верификации. EBUS-TBNA органично встраивается в этот алгоритм: при Lung-RADS 3–4 и медиастинальных лимфоузлах ≥ 1 см он обеспечивает диагностическое разрешение без открытой хирургии. В протоколе NELSON при чувствительности 84,6% и специфичности 98,6% [16] значительная доля позитивных находок верифицировалась именно бронхоэндоскопически.

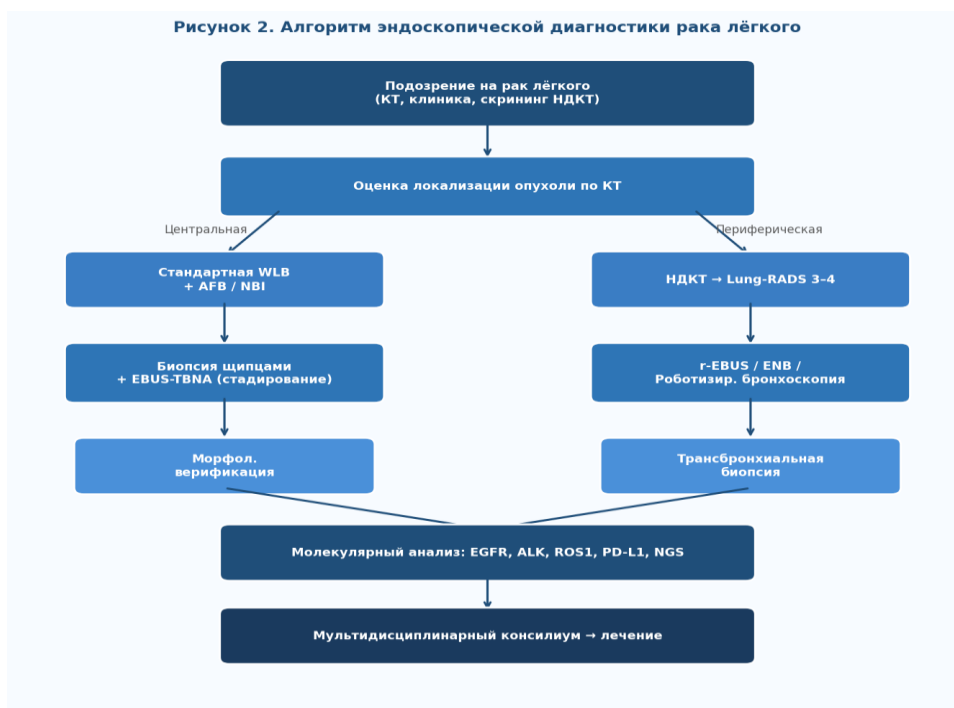


Рис. 5. Диагностический алгоритм при подозрении на рак лёгкого: место EBUS-TBNA

5. Заключение и рекомендации

5.1. Заключение

Проведённый анализ литературы однозначно свидетельствует о том, что EBUS-TBNA занял доминирующее положение в алгоритме инвазивного стадирования рака лёгкого, вытеснив медиастиноскопию в качестве первичного диагностического инструмента. Метод обеспечивает чувствительность 85–94% и специфичность ~100% при стадировании медиастинальных лимфоузлов, полностью сопоставимых с хирургическими показателями, при принципиально меньшей инвазивности и значительно более низкой частоте осложнений (~2%).

Возможность получения биопсийного материала, достаточного для NGS-панелей, определения PD-L1 и целевых молекулярных маркёров в ходе единой амбулаторной процедуры, существенно ускоряет начало персонализированной терапии и снижает диагностические задержки. Комбинация EBUS+EUS расширяет охват медиастинальных групп лимфоузлов до практически полного, достигая чувствительности 93%.

Вместе с тем необходимо принимать во внимание ограничение метода: отрицательное предсказательное значение EBUS-TBNA составляет 85–92%, что при высокой клинической вероятности поражения требует хирургической верификации отрицательного результата. Кроме того, качество диагностики существенно зависит от опыта оператора и морфологической службы.

5.2. Практические рекомендации

- EBUS-TBNA следует рассматривать как метод первой линии инвазивного стадирования НМРЛ при наличии увеличенных или ПЭТ-позитивных медиастинальных лимфоузлов; медиастиноскопия резервируется для случаев с отрицательным результатом EBUS при высокой клинической вероятности N2.
- Комбинирование EBUS-TBNA с EUS-TA целесообразно у пациентов с поражением нижних медиастинальных групп (8, 9) или при недостаточном доступе со стороны бронхоскопа.
- При планировании процедуры необходимо заблаговременно обеспечить возможность полного молекулярно-генетического тестирования биоптата (EGFR, ALK, ROS1, PD-L1, NGS), что исключает потребность в повторных инвазивных вмешательствах.

Список литературы

1. Zhou J, Xu Y, Liu J, et al. Global burden of lung cancer in 2022 and projections to 2050: incidence and mortality estimates from GLOBOCAN. *Cancer Epidemiol.* 2024;93:102693. doi:10.1016/j.canep.2024.102693
2. Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229–263. doi:10.3322/caac.21834
3. Gildea TR, Murgu SD. The role of bronchoscopy in the diagnosis of early lung cancer: a review. *J Thorac Dis.* 2016;8(Suppl 9):S629–S640. PMC5179455
4. Yasufuku K, Chiyo M, Sekine Y, et al. Real-time endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of mediastinal and hilar lymph nodes. *Chest.* 2004;126(1):122–128. doi:10.1378/chest.126.1.122
5. Gasparini S. Bronchoscopic biopsy techniques in the diagnosis and staging of lung cancer. *Monaldi Arch Chest Dis.* 1997;52(4):392–398. PMID 9380885
6. Tournoy KG, Keller SM, Annema JT. Mediastinal staging of lung cancer: novel concepts. *Lancet Oncol.* 2012;13(5):e221–e229. doi:10.1016/S1470-2045(11)70407-7
7. DiBardino DM, Yarmus LB, Semaan RW. Transthoracic needle biopsy of the lung. *J Thorac Dis.* 2015;7(Suppl 4):S304–S316. PMC4703664
8. Olteanu M, Motas N, Andrei GM, et al. Balancing accuracy, safety, and cost in mediastinal diagnostics: systematic review of EBUS and mediastinoscopy in NSCLC (100 studies). PMC12346525. 2025

9. Badaoui A, De Wergifosse M, Rondelet B, et al. Improved accuracy and sensitivity in diagnosis and staging of lung cancer with combined EBUS-EUS. *Cancers (Basel)*. 2024;16(4):728. doi:10.3390/cancers16040728
10. Olteanu M, Motas N, Cioboata R, et al. EBUS-TBNA for lung cancer: regional analysis integrating molecular data (EXPoSURE). *J Clin Med*. 2025;14:6179. doi:10.3390/jcm14176179
11. Olteanu M, Motas N, Andrei GM, et al. Refining lung cancer diagnosis with bronchoscopy and EBUS-TBNA. *Medicina*. 2025;61:1528. PMC12471518
12. Fernandez-Bussy S, Labarca G, Sanz-Santos J, et al. Robotic-assisted bronchoscopy: narrative review. *J Thorac Dis*. 2024. doi:10.21037/jtd
13. Froudarakis ME, Zarogoulidis P, Porpodis K, et al. Robotic-assisted bronchoscopy — advancing lung cancer management. *Front Surg*. 2025;12:1566902. PMC12172655
14. NLST Research Team. Reduced lung-cancer mortality with LDCT screening. *N Engl J Med*. 2011;365:395–409. doi:10.1056/NEJMoa1102873
15. de Koning HJ, van der Aalst CM, de Jong PA, et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening (NELSON). *N Engl J Med*. 2020;382:503–513. doi:10.1056/NEJMoa1911793
16. van Klaveren RJ, Oudkerk M, Prokop M, et al. NELSON: screening test performance and interval cancers. *Lancet Oncol*. 2014;15:1342–1350. PMID 25282284