


<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2025-15-2-64-74>


Дифференциальная диагностика периферического образования легкого: обзор возможностей и ограничений современных методов

Исламов Ринат Нафкатович — туберкулезно-легочное хирургическое отделение, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0005-4776-4141

Шарипов Рауль Ахнафович — к.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0000-0002-7720-4832

Багиров Мамад-Багир Адил Оглы — д.м.н., профессор, главный научный сотрудник, кафедра торакальной хирургии, отдел хирургии, orcid.org/0000-0001-9788-1024

Тукфатуллин Равиль Кашвиевич — к.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0003-4100-6839

Читорелидзе Георгий Валерьевич — к.м.н., научный сотрудник, orcid.org/0000-0001-5062-9788

Павлова Елена Валерьевна — к.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0008-4531-4309

Ягафарова Роза Каюмовна — д.м.н., доцент, кафедра фтизиатрии, orcid.org/0009-0001-8272-6774

Р.Н. Исламов^{1,2,}, Р.А. Шарипов¹, М.А. Багиров^{3,4}, Р.К. Тукфатуллин^{1,2}, Г.В. Читорелидзе³, Е.В. Павлова¹, Р.К. Ягафарова¹*

¹ Башкирский государственный медицинский университет, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

² Республиканский клинический фтизиопульмонологический центр, Россия, Республика Башкортостан, Уфа

³ Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза, Россия, Москва

⁴ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Россия, Москва

* **Контакты:** Исламов Ринат Нафкатович, e-mail: i5lrinat@yandex.ru

Аннотация

В статье проанализированы 63 научные работы, посвященные диагностике периферических образований легкого (ПОЛ). Дифференциальная диагностика ПОЛ затруднена разнообразием патологий (туберкулома, рак, доброкачественные опухоли) и отсутствием единого алгоритма, часто требующего хирургического вмешательства. Неинвазивные методы (рентгенография, компьютерная томография, позитронно-эмиссионная томография, анализ мокроты) ограничены, особенно при малых образованиях. Фибробронхоскопия с эндоскопическим ультразвуковым исследованием и трансторакальная биопсия повышают точность диагностики, но связаны с риском пневмоторакса. Видеоторакоскопическая хирургия эффективна при неинформативности биопсии, особенно для образований менее 3 см, обеспечивая высокую точность и сокращение сроков госпитализации. Видеоассистированная торакоскопическая биопсия сопоставима с открытой биопсией по точности, но менее травматична. Традиционная торакотомия применяется при крупных или труднодоступных образованиях. Необходим комплексный подход, сочетающий компьютерную томографию (высокая информативность), позитронно-эмиссионную томографию (высокая чувствительность и специфичность для узлов >10 мм) и инвазивные методы. Видеоторакоскопическая хирургия эффективна для образований менее 3 см, торакотомия — для крупных образований. Оптимальная диагностика требует индивидуального подхода. Сохраняется проблема дифференциальной диагностики.

Ключевые слова: легких новообразования, видеоторакоскопия, торакотомия, трансторакальная биопсия, компьютерная томография, дифференциальная диагностика, бронхоскопия, радиальная эндобронхиальная ультрасонография, видеоторакоскопическая хирургия

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Вклад авторов. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Для цитирования: Исламов Р.Н., Шарипов Р.А., Багиров М.А., Тукфатуллин Р.К., Читорелидзе Г.В., Павлова Е.В., Ягафарова Р.К. Дифференциальная диагностика периферического образования легкого: обзор возможностей и ограничений современных методов. Креативная хирургия и онкология. 2025;15(2):160–170. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2025-15-2-64-74>

Поступила в редакцию: 01.04.2025

Поступила после рецензирования и доработки: 15.05.2025

Принята к публикации: 19.05.2025

Differential Diagnosis of Peripheral Lung Lesions: Capabilities and Limitations of Current Methods

Rinat N. Islamov^{1,2*}, Raul A. Sharipov¹, Mamad A. Bagirov^{3,4}, Ravil K. Tukfatullin¹, George V. Chitorelidze³, Elena V. Pavlova¹, Rosa K. Yagafarova¹

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² Republican Clinical Phthisiopulmonology Center, Ufa, Russian Federation

³ Central Scientific Research Institute of Tuberculosis, Moscow, Russian Federation

⁴ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russian Federation

* **Correspondence to:** Rinat N. Islamov, e-mail: i5lrinat@yandex.ru

Abstract

This article analyzes 63 scientific works dedicated to the diagnosis of peripheral lung lesions (PLL). The differential diagnosis of PLL poses challenges due to the diversity of underlying pathologies, which may include tuberculoma, cancer, and benign tumors. The absence of a unified diagnostic algorithm often necessitates surgical intervention. Non-invasive methods, including radiography, computed tomography (CT), positron emission tomography (PET), and sputum analysis, exhibit limited diagnostic yield, particularly for small lesions. The combination of fiberoptic bronchoscopy with endoscopic ultrasound (EUS) and transthoracic biopsy enhances diagnostic accuracy; however, they carry risks such as pneumothorax. Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) is an effective modality when biopsies are inconclusive, especially for lesions of less than 3 cm. It ensures high diagnostic accuracy and reduces hospitalization duration. Video-assisted thoracoscopic biopsy offers diagnostic accuracy comparable to that of open biopsy, while exhibiting reduced invasiveness. Conventional thoracotomy remains indicated for large or hard-to-reach lesions. It is recommended that a comprehensive approach combining CT, characterized by high informative value, and PET scan, characterized by high sensitivity and specificity for nodules >10 mm, with invasive methods be used. VATS proves effective for lesions below 3 cm, while thoracotomy is applied to large lesions. An individualized approach remains essential for optimal diagnosis. Despite the advancements, the challenge of differential diagnosis persists.

Keywords: lung neoplasms, video-assisted thoracoscopy, thoracotomy, transthoracic biopsy, computed tomography, differential diagnosis, bronchoscopy, radial endobronchial ultrasound, video-assisted thoracoscopic surgery

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Sponsorship data. This work is not funded.

Author contributions. The authors contributed equally to this article.

For citation: Islamov R.N., Sharipov R.A., Bagirov M.A., Tukfatullin R.K., Chitorelidze G.V., Pavlova E.V., Yagafarova R.K. Differential diagnosis of peripheral lung lesions: Capabilities and limitations of current methods. *Creative Surgery and Oncology*. 2025;15(2):160–170. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2025-15-2-64-74>

Received: 01.04.2025

Revised: 15.05.2025

Accepted: 19.05.2025

Rinat N. Islamov — Pulmonary Tuberculosis Surgery Unit, Department of Phthisiology, orcid.org/0009-0005-4776-4141

Raul A. Sharipov — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthisiology, orcid.org/0000-0002-7720-4832

Mamad-Bagir A. Bagirov — Dr. Sci. (Med.), Prof., Chief Researcher, Department of Thoracic Surgery, Department of Surgery, orcid.org/0000-0001-9788-1024

Ravil K. Tukfatullin — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthisiology, orcid.org/0009-0003-4100-6839

George V. Chitorelidze — Cand. Sci. (Med.), Researcher, orcid.org/0000-0001-5062-9788

Elena V. Pavlova — Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthisiology, orcid.org/0009-0008-4531-4309

Rosa K. Yagafarova — Dr. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Department of Phthisiology, orcid.org/0009-0001-8272-6774

ВВЕДЕНИЕ

Периферическое образование легкого (ПОЛ) определяется как патологическое затемнение округлой или овальной тени на фоне неизменной легочной ткани [1]. В большинстве случаев приходится проводить дифференциальную диагностику периферических образований легких между туберкулезом, периферическим раком легкого и доброкачественной опухолью. Проведен анализ научной литературы, включая зарубежные и российские источники. Основу зарубежных публикаций составили статьи, размещенные на платформах PubMed, eLibrary и CyberLeninka. Поиск осуществлялся по ключевым словам: peripheral lung formation, rounded lung formations, VATS in the diagnosis of peripheral formations, bronchoscopy in the diagnosis of peripheral formations, surgical diagnosis of peripheral formations in the lungs.

Диагностика периферических образований в легких (ПОЛ) — тема, широко освещенная в медицинской литературе, однако единого алгоритма действий при их обнаружении до сих пор не выработано. Окончательный диагноз часто устанавливается только после хирургического вмешательства, что подчеркивает сложность дифференциальной диагностики на дооперационном этапе [2].

В большинстве случаев при выявлении ПОЛ необходимо дифференцировать туберкулез, периферический рак легкого и доброкачественные опухоли [3]. Определение оптимальной последовательности диагностических методов и рациональной тактики ведения таких пациентов, с акцентом на исключение туберкулеза, остается актуальной задачей. Важно отметить, что туберкулез и рак легких могут сосуществовать в одной и той же легочной ткани или проявляться как отдельные заболевания, что затрудняет диагностику. Для обоих состояний характерны поражение легочной паренхимы, широкое распространение, часто бессимптомное течение и развитие хронического воспаления с изменениями в иммунном ответе.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около трети населения земного шара инфицировано микобактериями туберкулеза. Ежегодно туберкулезом заболевают около 10 миллионов человек и 1,2 миллиона человек умирают от этой инфекции. Среди впервые выявленных случаев туберкулеза легких туберкулез составляют 3–5 % [4, 5]. Особый интерес представляют пациенты с диагнозом «туберкулома легкого», классифицируемые по кодам Международной классификации болезней (МКБ): A16.0 — туберкулез легких при отрицательных результатах бактериологических и гистологических исследований и A16.1 — туберкулез легких без проведения бактериологических и гистологических исследований. Этим пациентам, у которых не выявляется устойчивость к противотуберкулезным препаратам, назначается противотуберкулезная химиотерапия, аналогичная схеме лечения лекарственно-чувствительного туберкулеза, несмотря на то что этиология заболевания остается не до конца установленной. Несмотря на общую тенденцию к снижению заболеваемости туберкулезом, наблюдается рост

числа пациентов, выделяющих микобактерии с множественной (МЛУ) или широкой лекарственной устойчивостью (ШЛУ) [6, 7]. В 2017 году в России доля пациентов с МЛУ среди бактериовыделителей достигла 59,0 %, а в Северо-Западном федеральном округе — 60,8 % [8]. Доля абацилированных больных от числа пациентов с бактериовыделением в 2018 году составила 51,3 % [9]. Эти данные подчеркивают необходимость точной диагностики и своевременного назначения адекватной терапии для улучшения исходов лечения [9].

Согласно клиническим рекомендациям рак легкого занимает первое место по распространенности среди всех злокачественных новообразований у мужчин в России. По уровню смертности это заболевание лидирует как среди мужчин, так и среди женщин в мире [10]. Таким образом, точное определение причины периферического образования в легких представляет собой критическую задачу для специалистов в области неинвазивной и инвазивной диагностики, при этом первоочередной задачей является исключение злокачественного процесса и туберкулезной инфекции [11].

Неинвазивные методы диагностики

К неинвазивным методам диагностики периферических образований легких относятся рентгенография, компьютерная томография (КТ), позитронно-эмиссионная томография в сочетании с КТ (ПЭТ-КТ), а также анализ мокроты, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения [12].

Для диагностики мокроту направляют на стандартное цитологическое и микроскопическое исследование. Однако, согласно мнению ряда авторов, при размере образования до 2 см цитологический анализ мокроты в большинстве случаев оказывается недостаточно информативным и дает отрицательный результат, что затрудняет раннюю диагностику небольших периферических образований [13].

Интраоперационная морфологическая диагностика имеет существенное значение, особенно в тех случаях, когда предоперационное морфологическое подтверждение диагноза отсутствует. Важно учитывать, что, согласно исследованиям, в 2,9 % случаев возможны расхождения между цитологическими и гистологическими заключениями, что связано с недостаточной информативностью материала (гистологического — 1,7 %, цитологического — 1,2 %) [14]. Помимо этого, расхождения между цитологическими заключениями и клиническими диагнозами могут достигать 5,7 %, причем чаще всего это наблюдается при подозрении на туберкулез (4,0 %), который в итоге оказывается карциномой (1,7 %) или хроническим воспалением (2,3 %). В случаях клинического диагноза «карцинома легкого» несовпадения с морфологическими результатами фиксируются в 1,7 % случаев, с изменением диагноза на туберкулез в 1,2 % случаев [15]. В медицинской литературе описан даже случай одновременного наличия туберкулеза и карциномы легкого, что подчеркивает важность всесторонней оценки клинической картины и проведения тщательной дифференциальной диагностики. При небольших размерах образований (0,5–2 см) допуска-

ется удаление образования без предварительной морфологической верификации, при этом выбор оперативного доступа определяется размером и количеством образований. При обнаружении одиночной опухоли размером менее 0,5 см рекомендуется динамическое наблюдение с контрольной КТ через 3, 6, и 12 месяцев [16] для оценки динамики роста и изменения характеристик образования.

Рентгенологические методы исследования, безусловно, занимают важное место в диагностике периферических образований легких (ПОЛ) [17], однако следует учитывать, что они предоставляют лишь косвенную информацию о наличии или отсутствии заболевания. Иными словами, рентгеновский снимок не всегда позволяет однозначно установить природу образования, а лишь указывает на его наличие. Сложности, возникающие при интерпретации рентгеновских снимков, обусловлены сложной анатомией органов грудной клетки и неизбежным наложением различных анатомических структур, таких как ребра, сосуды и средостение. Это, к сожалению, может приводить к субъективным ошибкам при диагностике ПОЛ [18–22], поскольку врач-рентгенолог должен учитывать множество факторов и опираться на свой опыт.

Анализ данных, представленных различными авторами, показывает, что точный диагноз с использованием рентгеновской томографии был установлен лишь в 71 % случаев из 881 исследования. Этот факт подчеркивает необходимость использования более современных и точных методов визуализации. При этом информативность спиральной компьютерной томографии (СКТ) оказалась значительно выше и составила 94,3 % среди 374 пациентов, что говорит о большей точности и информативности КТ в диагностике заболеваний легких [23]. Таким образом, КТ позволяет получить более детальную информацию о структуре легочной ткани и характере патологического процесса.

Важно отметить, что периферический рак легкого чаще всего локализуется в верхушечных и задних сегментах верхних долей, а также в верхушечных сегментах нижних долей (в 78,9 % случаев) на фоне поствоспалительных или возрастных изменений легочного рисунка (74,7 %) [24]. Это может затруднять своевременную диагностику, поскольку опухоль маскируется под другие патологические изменения. При стандартной КТ-методике исследования для периферического рака легкого размером до 3,0 см характерны следующие признаки: образование шаровидной (59,1 %) или овоидной (32,3 %) формы с контурами, имеющими спикурообразные (45,2 %) или мелкобугристые (30,6 %) очертания, преимущественно однородной структуры (75,8 %) [25]. Перечисленные признаки, однако, не являются строго специфичными для рака легкого и могут встречаться при других заболеваниях.

В отличие от злокачественных новообразований, для доброкачественных образований при стандартной КТ-методике характерны следующие признаки: образование шаровидной формы (83,3 %) с четкими, ровными (77,8 %) или мелкобугристыми (22,2 %) контурами, чаще неоднородной структуры (77,8 %) [26]. Четкие

и ровные контуры образования обычно свидетельствуют о его доброкачественном характере.

Одним из наиболее типичных заболеваний, формирующих ПОЛ, является туберкулома. Наиболее типичные КТ-признаки туберкуломы: образование шаровидной формы (76,9 %) с четкими и ровными контурами (84,6 %), неоднородной структуры (92,3 %) [27]. Однако важно помнить, что данные КТ-признаки не являются абсолютно специфичными и требуют комплексной оценки с учетом клинических данных и результатов других методов исследования [28], таких как микробиологическое исследование мокроты и результаты бронхоскопии.

В последние годы активно развиваются системы автоматизированной диагностики, позволяющие повысить точность и эффективность выявления рака легкого. Согласно данным зарубежных исследований, системы автоматизированной диагностики демонстрируют успешные результаты в классификации раковых узлов в легких, размер которых варьирует от 2 до 30 мм. Результаты этих исследований показали общую точность метода на уровне 82 %, при этом чувствительность составила 90,90 %, а специфичность — 73,91 % [29, 30]. Это говорит о значительном потенциале использования автоматизированных систем в качестве вспомогательного инструмента для радиологов при анализе КТ-изображений и выявлении злокачественных новообразований [31, 32]. Внедрение этих систем в клиническую практику может способствовать раннему выявлению рака легкого и улучшению результатов лечения. При оценке первичной опухоли использование интегрированных ПЭТ/КТ-томографов позволяет повысить точность выявления опухоли, инфильтрации грудной стенки и средостения по сравнению с использованием только ПЭТ. Однако, несмотря на это, дополнительная ценность ПЭТ/КТ для определения стадии опухоли (Т) остается ограниченной в сравнении с КТ, так как КТ позволяет более точно оценивать как размер опухоли, так и степень инфильтрации соседних структур [33, 34]. Таким образом, КТ остается важным методом для оценки локального распространения опухолевого процесса [35].

ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография) считается одним из наиболее эффективных неинвазивных методов для дифференциальной диагностики образований в легких. Этот метод демонстрирует высокую чувствительность (93–97 %) и специфичность (77–78 %) при выявлении и дифференциации узловых образований в легких, размер которых превышает 10 мм [36]. Высокая чувствительность и специфичность ПЭТ делают его ценным инструментом для исключения злокачественного процесса при обнаружении периферических образований в легких [37].

Одним из ключевых ограничений ПЭТ является сложность точного определения локализации выявленных патологических изменений, а также невозможность оценки взаимного расположения опухоли с окружающими органами и тканями [38, 39]. Это связано с относительно низким пространственным разрешением ПЭТ по сравнению с КТ [40].

По данным зарубежных авторов, ПЭТ/КТ полезна для оценки различных аспектов инфекции, в том числе и туберкулеза. 18F-ФДГ-ПЭТ/КТ помогает в диагностике туберкулеза и может помочь подтвердить диагноз туберкулеза на ранней стадии путем выявления места биопсии у пациентов с подозрением на туберкулез [41]. Таким образом, ПЭТ/КТ может быть использована для выбора оптимального места для взятия биопсии и повышения вероятности получения диагностически значимого материала [42].

Согласно данным исследований, при проведении фибробронхоскопии с браш-биопсией под рентгеновским контролем у 37 пациентов с периферическим раком легкого морфологический диагноз был подтвержден у 17 человек, что составляет 45,9% [43]. Эти результаты подчеркивают, что фибробронхоскопия, хотя и является важным диагностическим методом, не всегда позволяет получить однозначный морфологический диагноз при периферическом раке легкого. Авторы в своей работе отмечают, что результативность фибробронхоскопии достигает 68,4%, однако подчеркивают, что она напрямую зависит от локализации и размера опухоли, что подчеркивает важность правильного выбора метода диагностики в зависимости от индивидуальных характеристик новообразования [44]. Таким образом, выбор оптимального диагностического подхода должен основываться на тщательной оценке клинической ситуации и характеристик опухоли.

При исследовании пациентов с ПОЛ во время фибробронхоскопии неизменная слизистая бронхов была обнаружена только у 87 больных, что составляет 37,7%. Это свидетельствует о том, что у большинства пациентов с периферическими образованиями легких имеются сопутствующие изменения слизистой бронхов. У 107 пациентов, что составляет 46,3%, были выявлены признаки различных форм хронического бронхита, а у 25 пациентов (10,8%) обнаружены атрофические изменения бронхов. В другом исследовании, проведенном у 71 пациента, у всех наблюдался диффузный двусторонний атрофический бронхит, что указывает на высокую распространенность сопутствующей бронхолегочной патологии у пациентов с периферическими образованиями легких [45]. Наличие сопутствующей бронхолегочной патологии может затруднять диагностику и влиять на результаты биопсии.

Чрезбронхиальная биопсия легкого (ЧББЛ) — важный и широко используемый метод диагностики заболеваний легких, позволяющий получить образцы легочной ткани для гистологического исследования. Впервые этот метод был использован Н. А. Andersen и коллегами в 1965 году, и с тех пор он претерпел значительные усовершенствования. В последующем исследовании, охватившем 939 пациентов, применив гибкие эндоскопы, достигли информативности до 82%. Это свидетельствует о высокой диагностической ценности ЧББЛ при различных заболеваниях легких. Однако ЧББЛ противопоказана при некорригируемой коагулопатии, аритмии, ишемии миокарда, тяжелом бронхоспазме и тромбоцитопении (менее $50 \times 10^9/\text{л}$). Необходимо строго соблюдать противопоказания к ЧББЛ для предотвра-

щения серьезных осложнений. Для минимизации риска пневмоторакса, который является одним из наиболее распространенных осложнений, большинство специалистов рекомендуют проводить ЧББЛ под рентгеноскопическим контролем. Исследование P. G. Simpson и коллег показало, что такой контроль снижает частоту пневмоторакса с 2,9 до 1,8%, однако не влияет на информативность процедуры при диагностике патологических образований в легких [46].

В качестве перспективного метода диагностики рассматривается бронхоскопия с использованием радиальной эндобронхиальной ультрасонографии (рЭБУС-навигация). Этот метод позволяет точно определить локализацию патологического очага, даже если он не визуализируется при обычной бронхоскопии, и выполнить прицельную биопсию, что повышает вероятность получения диагностически значимого материала. Исследования показывают, что применение рЭБУС-навигации значительно повышает диагностическую ценность бронхобиопсий при туберкулезе, демонстрируя результаты в 77,6–80,8% по сравнению с 35,6–58,5% при традиционной биопсии. Это свидетельствует о том, что рЭБУС-навигация может значительно улучшить диагностику туберкулеза легких. Доказано, что применение рЭБУС-навигации при бронхоскопической биопсии у пациентов с туберкулезными поражениями легких статистически значимо улучшает этиологическую диагностику. Эффективность подтверждения диагноза туберкулеза и микобактериоза на основе материала бронхобиопсии составила 67,1 и 61,9% соответственно. рЭБУС-навигация увеличивает общую диагностическую эффективность до 81,9%, в то время как классическая бронхобиопсия обеспечивает 50,7% [47].

Использование эндобронхиального ультразвукового исследования (ЭБУС) позволило визуализировать и локализовать патологическое образование, после чего провести щипцовую и браш-биопсию у 100 из 114 пациентов. Это свидетельствует о высокой эффективности ЭБУС в визуализации периферических образований легких. У 14 пациентов выявить опухолевый очаг с помощью ультразвукового исследования не удалось, что свидетельствует об ограничениях метода в некоторых клинических ситуациях, например при очень маленьких или глубоко расположенных образованиях. Забор материала для цитологического исследования (аспирация и браш-биопсия) был выполнен у 100 пациентов. Щипцовая биопсия проведена у 63 из 100 больных. Гистологическая верификация диагноза была получена у 46 из 63 пациентов. В целом морфологическое подтверждение диагноза достигнуто у 88 (88%) из 100 пациентов, что демонстрирует высокую эффективность ЭБУС в диагностике периферических образований легких. Таким образом, ЭБУС является ценным инструментом для диагностики ПОЛ [48].

Ключевым препятствием для бронхологической верификации является необходимость выполнения биопсий в условиях отсутствия прямой визуализации, что обусловлено экстрапросветной локализацией периферического образования легкого (ПОЛ) [49]. В связи с этим проведение биопсии «вслепую» может приво-

доть к получению недиагностического материала. Как следствие, прецизионные трансбронхиальные биопсии требуют применения адьювантных навигационных методик, направленных на определение пространственного соотношения между бронхиальным деревом и целевым ПОЛ. Использование таких навигационных методик позволяет повысить точность биопсии и увеличить вероятность получения диагностически значимого материала, что в конечном итоге улучшает результаты диагностики и лечения пациентов [50].

Трансторакальная биопсия

В отечественной и зарубежной литературе подробно описаны различные методики выполнения трансторакальной биопсии легкого, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества, что позволяет выбрать оптимальный подход в зависимости от конкретной клинической ситуации. К этим методикам относятся проведение процедуры под контролем рентгена, ультразвука (УЗИ) и компьютерной томографии (КТ). Согласно данным исследований, информативность трансторакальной аспирационной биопсии под рентгенологическим контролем составляет 86 %, тогда как при использовании КТ-контроля этот показатель возрастает до 94,5 % [51]. Этот факт свидетельствует о более высокой точности КТ-контроля при проведении данной процедуры, поскольку КТ позволяет получить более детальное изображение легочной ткани и точно направить иглу к целевому образованию. Однако процедура может сопровождаться осложнениями, которые наблюдаются в 11 % случаев, причем наиболее частым из них является пневмоторакс, что требует тщательного мониторинга состояния пациента после проведения биопсии [52]. Пневмоторакс может привести к дыхательной недостаточности и потребовать немедленной медицинской помощи.

Авторы в своих исследованиях отмечают, что общая результативность трансторакальных биопсий достигает 90 %, что подтверждает ее высокую диагностическую ценность, при этом эффективность метода составляет 86 % при рентгенологическом контроле и 95 % при КТ-контроле, что вновь указывает на преимущество КТ-контроля. Преимущество КТ-контроля заключается в возможности визуализации небольших образований и более точном наведении иглы. При использовании ультразвукового контроля информативность биопсии достигает 97,8 % у пациентов с субплевральным расположением патологического очага, что делает УЗИ методом выбора в данной клинической ситуации [53]. УЗИ особенно эффективно для визуализации образований, расположенных близко к плевре и имеющих жидкостное содержание.

Осложнения при трансторакальной пункционной биопсии встречаются достаточно часто и требуют внимательного отношения к выбору метода и технике проведения процедуры, а также тщательной подготовки пациента. Например, в одном из исследований пневмоторакс был зафиксирован у 16 % из 57 пациентов, причем 6 % из них потребовалось активное дренирование, что подчеркивает потенциальную серьезность данного

осложнения. В другом исследовании, где применялся ультразвуковой контроль, окончательный диагноз был установлен у 95 % пациентов (147 из 155). Пневмоторакс наблюдался у 1,3 % пациентов (2 случая), причем одному из них потребовалось дренирование грудной клетки. Другие осложнения включали легочное кровотечение (2,6 %), послеоперационную боль, требующую медикаментозного лечения (1,3 %), вазовагальные реакции (1,3 %) и кровохарканье (0,6 %) [28], что свидетельствует о спектре возможных, хотя и менее частых осложнений [54].

Другие авторы также сообщают о высокой эффективности трансторакальной биопсии под КТ-контролем, что подтверждает ее роль в диагностике заболеваний легких. В исследовании с участием 55 пациентов с небольшими очагами (размером от 0,5 до 3,0 см) у 47 была диагностирована аденокарцинома легкого, а у 8 — доброкачественные изменения. Осложнения возникли у 47,3 % пациентов, включая частичный пневмоторакс (26 случаев) и кровохарканье (11 случаев), что указывает на более высокую частоту осложнений в данной группе пациентов [55]. Это может быть связано с небольшим размером очагов и большей сложностью выполнения биопсии.

При выполнении трансторакальной биопсии под ультразвуковым контролем чувствительность метода к злокачественным новообразованиям составила 85,5 % (65 случаев из 96). Пневмоторакс был зафиксирован у 4 % пациентов. В другом исследовании правильный диагноз был установлен в 96 % случаев (48 из 50), при этом пневмоторакс развился у 4 % пациентов, а кровохарканье — у 6 %. Благодаря биопсии удалось избежать хирургического вмешательства или торакоскопии у 64 % пациентов, что подчеркивает важность биопсии в определении тактики лечения и избежании ненужных операций. Биопсия позволяет получить морфологическое подтверждение диагноза и определить стадию заболевания, что необходимо для выбора оптимальной стратегии лечения.

Таким образом, трансторакальная биопсия легкого является высокоинформативным методом диагностики периферических образований легких, однако сопровождается риском осложнений, среди которых наиболее частым является пневмоторакс (в среднем 15,7 % случаев из 102 процедур) [56]. Частота пневмоторакса может варьироваться в зависимости от используемой методики, опыта врача и характеристик пациента. Выбор метода контроля (рентген, УЗИ или КТ) влияет как на эффективность процедуры, так и на частоту осложнений, что требует индивидуального подхода к каждому пациенту и учета особенностей его клинической ситуации. Перед проведением биопсии необходимо тщательно оценить риски и преимущества процедуры и обсудить их с пациентом.

Видеоторакоскопическая хирургия

В последнее десятилетие видеоторакоскопическая хирургия (ВТС) получила широкое распространение как завершающий этап диагностики при отсутствии морфологического подтверждения диагноза, а также

в качестве лечебной процедуры. Показанием к диагностической ВТС считаются неverified периферические образования легких размером менее 3 см, расположенные в плащевой зоне. Такие случаи требуют проведения диагностической операции с использованием торакоскопического доступа по стандартной методике [57].

В зарубежных источниках для обозначения видеоторакоскопических операций применяется термин “video assisted thoracic surgery” (VATS) или его синонимы, подразумевающие полную эндоскопическую торакальную хирургию. Долгое время наблюдалась терминологическая неопределенность между чисто видеоторакоскопическими подходами и операциями, в которых эндоскопическая аппаратура использовалась как вспомогательное средство при торакотомии. Однако на 17-м съезде торакальных хирургов было принято решение, определяющее операцию как видеоторакоскопическую (VATS), если она выполняется через разрез любой длины без применения ранорасширителя [58].

ВТС с биопсией демонстрирует высокую эффективность в дифференциальной диагностике округлых одиночных новообразований, локализованных в кортикальном, субкортикальном отделах легкого или вблизи междолевой щели. По данным различных исследований, точность диагностики составляет 95,5–100 %.

Сравнительный анализ минимально инвазивных и традиционных оперативных вмешательств показал, что применение торакоскопического метода позволяет сократить сроки пребывания в стационаре в 1,8 раза, продолжительность лечения в реанимации — в 2 раза, частоту проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) после операции — в 3,5 раза, а сроки использования наркотических анальгетиков — в 2,3 раза [59].

Исследования зарубежных авторов, сравнивающие открытую биопсию легкого и видеоассистированную торакоскопическую биопсию (ВАТС), выявили сопоставимую диагностическую точность в обеих группах (96 % против 92 %). Однако среднее время пребывания в стационаре в группе ВАТС было значительно меньше — 1,4 (0,7) дня по сравнению с 3,1 (1,8) дня при открытой биопсии. Кроме того, в группе ВАТС не было зафиксировано послеоперационных осложнений, тогда как в группе открытой биопсии осложнения возникли у трех пациентов [60].

Другие исследования подтверждают, что продолжительность госпитализации при торакоскопической биопсии в среднем составляет 3 дня, что достоверно меньше, чем при открытой биопсии (5 дней) ($p < 0,001$) [40]. В другом исследовании 87 (84,4 %) пациентов, перенесшие ВАТС-биопсию, имели более короткий срок пребывания в стационаре по сравнению с пациентами, которым выполнялась операция через торакотомный доступ ($p = 0,001$) [61].

Несмотря на это, исследование ряда авторов выявило осложнения у 71 из 115 пациентов, прошедших диагностическую торакоскопию. Преимущественно это были подкожная эмфизема (49,3 %), гипертермия без признаков инфекции (15,5 %) и нагноение раны (12,7 %), однако у всех пациентов заживление произошло пер-

вично. В то же время работа других авторов продемонстрировала 100 % информативность видеоторакоскопической биопсии у 142 пациентов с периферическими образованиями, как доброкачественными (38 %), так и злокачественными. По данным зарубежных авторов, были проанализированы результаты диагностических торакоскопических атипичных резекций у 81 пациента с небольшими периферическими образованиями легких, и во всех случаях удалось верифицировать характер патологии.

Несмотря на доказанную эффективность и широкое распространение ВТС, консенсуса относительно ее применения при данной патологии не достигнуто. Например, авторы высказывают сомнения в целесообразности диагностической торакоскопии при периферических новообразованиях. Ряд исследователей, включая А.А. Бейсебаева и соавторов и А.Х. Трахтенберга, рекомендуют ограничивать применение ВТС только случаями субплевральной локализации образований.

Абсолютными противопоказаниями к ВТС являются некорригируемая коагулопатия, острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт в острой и подострой стадии, а также недостаточность кровообращения III степени. При этом отмечается низкая частота интраоперационных осложнений (0,7 %) и их отсутствие в послеоперационном периоде [62].

Зарубежные авторы подчеркивают, что для успешного и безопасного проведения ВТС необходимо обеспечить оптимальное операционное поле и выбрать правильный хирургический подход.

Несмотря на преимущества минимально инвазивных методов, стандартный торакотомный доступ остается актуальным и имеет свои показания. Например, при лечении пациентов с периферическими образованиями легких диаметром более 3 см или локализованными в промежуточной и прикорневой зонах, удаленных от висцеральной плевры, целесообразно использовать традиционный торакотомный доступ.

В качестве альтернативы миниторакотомия (5–7 см) со специальными расширителями раны и удлиненными инструментами позволяет снизить травматичность, сократить продолжительность операции и улучшить функциональные и косметические результаты при операциях на периферических образованиях легких по сравнению с обычной торакотомией [63].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностика периферических образований в легких требует комплексного подхода, сочетающего неинвазивные и инвазивные методы. Компьютерная томография (КТ) остается наиболее информативным методом (94,3 %) для дифференциации злокачественных и доброкачественных процессов, включая туберкулому, благодаря выявлению характерных морфологических признаков. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ/КТ) демонстрирует высокую чувствительность (93–97 %) и специфичность (77–78 %) при размерах узлов более 10 мм, но ограничена в точной локализации патологий. Инвазивные методы, такие как фибробронхоскопия и трансторакальная биопсия, обеспечивают

высокую диагностическую точность (до 97,8%), однако сопряжены с риском осложнений, включая пневмоторакс (15,7%). Видеоторакоскопическая хирургия (ВТС) является минимально инвазивным методом с высокой точностью (95,5–100%) для образований менее 3 см, сокращая сроки госпитализации и частоту осложнений. Однако при крупных или труднодоступных образованиях предпочтение отдается торакотомному доступу. Таким образом, оптимальная диагностика требует индивидуального подхода с учетом преимуществ и ограничений каждого метода. Несмотря на значительные достижения в диагностике, проблема дифференциальной диагностики периферических образований легких остается открытой, что подчеркивает необходимость дальнейшего совершенствования методов и оптимизации существующих подходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гомболевский В.А., Чернина В.Ю., Блохин И.А., Николаев А.Е., Барчук А.А., Морозов С.П. Основные достижения низкодозной компьютерной томографии в скрининге рака легкого. Туберкулез и болезни легких. 2021;99(1):61–70. DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-1-61-70
- Пушкарёв Е.А., Важеннин А.В., Кулаев К.И., Зуйков К.С., Юсупов И.М., Попова И.А. Способ диагностики периферических новообразований легких с эндосонаографическим контролем положения эндоскопического инструмента в патологическом очаге: патент, Российская Федерация, 2719666 С1 от 17.06.2019.
- Пилькевич Д.Н., Чекакина М.А., Ануфриева С.С. Опыт применения видеоторакоскопических атипичных резекций легкого при очаговых образованиях. РМЖ. 2023;1:18–21.
- Пушкарёв Е.А., Важеннин А.В., Кулаев К.И., Юсупов И.М., Зуйков К.С., Попова И.А. Эффективность модифицированной методики биопсии при эндобронхиальном ультразвуковом исследовании (EBUS) в диагностике периферических новообразований легких: результаты клинического исследования. Уральский медицинский журнал. 2022;21(6):19–25. DOI: 10.52420/2071-5943-2022-21-6-19-25
- Самородов Н.А., Сабанчиева Ж.Х., Васильев И.В. Применение видеоассистированных торакоскопических резекций легкого для дифференциальной диагностики заболеваний легких. Туберкулез и болезни легких. 2021;99(2):16–20. DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-2-16-20
- Тюлькова Т.Е., Луговкина Т.К., Кутузова Д.М., Хабибуллина Н.Ф. Диагностика туберкулеза легких при недоказанном бактериовыделении (обзор литературы). РМЖ. Медицинское обозрение. 2022;6(7):387–92. DOI: 10.32364/2587-6821-2022-6-7-387-392
- Тюрин И.Е., Авдеев С.Н., Гаврилов П.В., Есаков Ю.С., Зяблова Е.И., Ильина Н.А. и др. Словарь терминов в торакальной визуализации. Вестник рентгенологии и радиологии. 2023;104(5):292–332. DOI: 10.20862/0042-4676-2023-104-5-292-332
- Черниченко Н.В., Лагуева И.Д., Сусарев И.О., Джигкаева М.М., Чхиквадзе В.Д. КТ-навигация как залог успеха бронхобиопсии при периферических образованиях в легких. Вестник рентгенологии и радиологии. 2024;105(1):29–36. DOI: 10.20862/0042-4676-2024-105-1-29-36
- Чесалина Я.О., Карпина Н.Л., Березовский Ю.С., Шишова С.В., Сивокозов И.В. Сравнительная эффективность виртуальной бронхоскопии и эндобронхиальной ультрасонографии в малоинвазивной диагностике периферических образований легких: первый опыт. Пульмонология. 2021;31(6):718–28. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-718-728
- Шабалина И.Ю., Зайцева А.С., Красникова Е.В., Семенова Л.А., Сивокозов И.В., Карпина Н.Л. и др. Оценка радиального эндосонаографического изображения периферических образований легких для выбора бронхобиопсий в дифференциальной диагностике туберкулеза, микобактериоза и злокачественных процессов. Врач. 2023;5:5–12. DOI: 10.29296/25877305-2023-05-01
- Клинические рекомендации. Злокачественное новообразование бронхов и легкого. Москва; 2021.
- Есаков Ю.С., Шрайнер И.В., Кирпичникова Е.И., Куликова Е.А., Ефтьев Л.А., Туквадзе Е.В. и др. Клиническая эффективность трансторакальной биопсии периферических новообразований легких под контролем МСКТ. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2022;5:34–42. DOI: 10.17116/hirurgia202205134
- Киреев А.А. Современные цитоморфологические классификации доброкачественных и опухолевых поражений легких. Лабораторная служба. 2023;12(1):14–20. DOI: 10.17116/labs2023120114
- Archer J.M., Mendoza D.P., Hung Y.P., Lanuti M., Digumarthy S.R. Surgical resection of benign nodules in lung cancer screening: incidence and features. JTO Clin Res Rep. 2023;4(12):100605. DOI: 10.1016/j.jtocrr.2023.100605
- Ho A.T.N., Gorthi R., Lee R., Chawla M., Patolia S. Solitary lung nodule: CT-guided transthoracic biopsy vs transbronchial biopsy with endobronchial ultrasound and flexible bronchoscopy: a meta-analysis of randomized controlled trials. Lung. 2023;201(1):85–93. DOI: 10.1007/s00408-023-00596-9
- Ho E., Cho R.J., Keenan J.C., Murgu S. The feasibility of using the “artery sign” for pre-procedural planning in navigational bronchoscopy for parenchymal pulmonary lesion sampling. Diagnostics. 2022;12(12):3059. DOI: 10.3390/diagnostics12123059
- Jiang J., Lv Z.M., Lv F.J., Fu B.J., Liang Z.R., Chu Z.G. Clinical and computed tomography characteristics of solitary pulmonary nodules caused by fungi: a comparative study. Infect Drug Resist. 2022;15:6019–28. DOI: 10.2147/IDR.S382289
- Kho S.S., Nyanti L.E., Chai C.S., Chan S.K., Tie S.T. Feasibility of manual bronchial branch reading technique in navigating conventional rEBUS bronchoscopy in the evaluation of peripheral pulmonary lesion. Clin Respir J. 2021;15(6):595–603. DOI: 10.1111/crj.13297
- Kirino Y., Tsuji T., Ohno S., Yoshimi R., Takeda Y., Misumi M., et al. [A solitary lung lesion in Wegener's granulomatosis, which was difficult to differentiate from lung neoplasm]. Ryumachi. 2003;43(1):39–43. Japanese. PMID: 12692988
- de Koning H.J., van der Aalst C.M., de Jong P.A., Scholten E.T., Nackaerts K., Heuvelmans M.A., et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial. N Engl J Med. 2020;382(6):503–13. DOI: 10.1056/NEJMoa1911793
- Korevaar D.A., Colella S., Fally M., Camuset J., Colby T.V., Hagmeyer L., et al. European Respiratory Society guidelines on transbronchial lung cryobiopsy in the diagnosis of interstitial lung diseases. Eur Respir J. 2022;60(5):2200425. DOI: 10.1183/13993003.00425-2022
- Kurimoto N., Morita K. Bronchial branch tracing. Springer Nature; 2020. 173 p.
- Lachkar S., Perrot L., Gervereau D., De Marchi M., Morisse Pradier H., Dantoing E., et al. Radial-EBUS and virtual bronchoscopy planner for peripheral lung cancer diagnosis: How it became the first-line endoscopic procedure. Thorac Cancer. 2022;13(20):2854–60. DOI: 10.1111/1759-7714.14629
- Ren Q., Zhou Y., Yan M., Zheng C., Zhou G., Xia X. Imaging-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of nodules in the lung base: fluoroscopy CT versus cone-beam CT. Clin Radiol. 2022;77(5):e394–9. DOI: 10.1016/j.crad.2022.02.005
- Sainz Zuñiga P.V., Vakil E., Molina S., Bassett R.L. Jr, Ost D.E. Sensitivity of radial endobronchial ultrasound-guided bronchoscopy for lung cancer in patients with peripheral pulmonary lesions: an updated meta-analysis. Chest. 2020;157(4):994–1011. DOI: 10.1016/j.chest.2019.10.042
- Sano A. Virtual bronchoscopy using Horos. Lung India. 2020;37(5):457–8. DOI: 10.4103/lungindia.lungindia_110_20
- Takata S., Miyake K., Kumanogoh A. The superiority of manual over automated methods in identifying bronchial trees on identical CT images. Sci Rep. 2022;12(1):5416. DOI: 10.1038/s41598-022-09401-8
- Taketa T., Nakamura T. Pulmonary sarcoidosis presenting as a solitary nodule mimicking lung cancer. Clin Case Rep. 2021;9(6):e04208. DOI: 10.1002/ccr3.4208
- Udagawa H., Kirita K., Naito T., Nomura S., Ishibashi M., Matsuzawa R., et al. Feasibility and utility of transbronchial cryobiopsy in precision medicine for lung cancer: Prospective single-arm study. Cancer Sci. 2020;111(7):2488–98. DOI: 10.1111/cas.14489
- Velez-Perez A., Abuharb B., Bammert C.E. Detection of non-haematolymphoid malignancies in bronchoalveolar lavages — A cancer centre's 10-year experience. Cytopathology. 2022;33(4):449–53.
- Zheng X., Xie F., Li Y., Chen J., Jiang Y., Sun J. Ultrathin bronchoscope combined with virtual bronchoscopic navigation and endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions with or without fluoroscopy: A randomized trial. Thorac Cancer. 2021;12(12):1864–72. DOI: 10.1111/1759-7714.13995
- Zheng X., Zhong C., Xie F., Li S., Wang G., Zhang L., et al. Virtual bronchoscopic navigation and endobronchial ultrasound with a guide sheath without fluoroscopy for diagnosing peripheral pulmonary

- lesions with a bronchus leading to or adjacent to the lesion: A randomized non-inferiority trial. *Respirology*. 2023;28(4):389–98. DOI: 10.1111/resp.14405
- 33 Zhong C.H., Su Z.Q., Luo W.Z., Rao W.-Y., Feng J.-X., Tang Ch.-L., et al. Hierarchical clock-scale hand-drawn mapping as a simple method for bronchoscopic navigation in peripheral pulmonary nodule. *Respiratory Research*. 2022;23(1):245. DOI: 10.1186/s12931-022-02160-0
 - 34 Zhou Y., Yang W., Ao M., Höti N., Gabrielson E., Chan D.W., et al. Proteomic analysis of the air-way fluid in lung cancer. Detection of periostin in bronchoalveolar lavage (BAL). *Front Oncol*. 2020;10:1072. DOI: 10.3389/fonc.2020.01072
 - 35 Zhu H., Liu H., Wen J., Yuan T., Ren G., Jiang Y., et al. Overexpression of human aspartyl (asparaginy) β -hydroxylase in NSCLC: its diagnostic value by means of exosomes of bronchoalveolar lavage. *Appl Immunohistochem Mol Morphol*. 2021;29(10):720–7. DOI: 10.1097/PAI.0000000000000963
 - 36 Zou X., Zhu Y., Hu Q., Qi Q., Hua H., Fei F., et al. Diagnostic value of ultrasound-guided transbronchial lung biopsy in peripheral tuberculous pulmonary lesions. *Diagn Cytopathol*. 2022;50(12):572–578. DOI: 10.1002/dc.25041.
 - 37 Zou X., Cui N., Ma Q., Lin Z., Zhang J., Li X. Conventional versus cone-beam computed tomography in lung biopsy: diagnostic performance, risks, and the advantages of tract embolization with gelfoam particle suspension. *Quant Imaging Med Surg*. 2024;14(9):6479–92. DOI: 10.21037/qims-24-342
 - 38 Tanahashi M. Thoracotomy approach to large tumors. *Kyobu Geka*. 2024;77(10):828–34. Japanese. PMID: 39617380
 - 39 Abid A., Ahmad T., Shaikh K.A., Nasreen S., Sikander N., Mazcuri M. Video Assisted Thoracoscopy as a therapeutic modality in evacuating retained or clotted haemothoraces. *J Pak Med Assoc*. 2021;71(5):1428–31. DOI: 10.47391/JPMA.288
 - 40 Круглова И.А., Паранина Т.В., Зиновьев С.В., Уткин О.В., Денисенко А.Н. Срочная интраоперационная цитологическая диагностика объемных (шаровидных) образований легкого. Пульмонология. 2023;33(3):357–65. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-357-365
 - 41 Афонин Г.В., Глухарева А.Е., Смоленов Е.И., Колобаев И.В., Бекетов Е.Е., Петров Л.О. и др. Применение ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ в дифференциальной диагностике одиночных образований легких. Исследования и практика в медицине. 2022;9(3):80–90. DOI: 10.17709/2410-1893-2022-9-3-6
 - 42 Гаврилов, П.В., Суворова, С.С., Смольникова, У.А., Ушков, А.Д. Гамартома легкого: моноцентричный аналитический обзор 142 случаев. Вестник рентгенологии и радиологии. 2024;105(1):13–9. DOI: 10.20862/0042-4676-2024-105-1-13-19
 - 43 Багиров М.А., Лепеха Л.Н., Садовникова С.С., Ерохина М.В., Каприна Н.Л., Красникова Е.В. Показания к хирургическому лечению туберкулеза легких в современных условиях. Туберкулез и социально-значимые заболевания. 2018;2:43–8.
 - 44 Васильева И.А., Баласанянц Г.С., Борисов С.Е., Бурмистрова И.А., Валиев Р.Ш., Ваниев Э.В. и др. Туберкулез у взрослых: Клинические рекомендации. М., 2021.
 - 45 Díez-Ferrer M., Morales A., Tebé C., Cubero N., López-Lisbona R., Padrones S., et al. Ultrathin bronchoscopy with and without virtual bronchoscopic navigation: influence of segmentation on diagnostic yield. *Respiration*. 2019;97(3):252–8. DOI: 10.1159/000493270
 - 46 Goel M.K., Kumar A., Maitra G., Singh B., Ahlawat S., Jain P., et al. Safety and diagnostic yield of transbronchial lung cryobiopsy by flexible bronchoscopy using laryngeal mask airway in diffuse and localized peripheral lung diseases: A single-center retrospective analysis of 326 cases. *Lung India*. 2021;38(2):109–16. DOI: 10.4103/lungindia.lungindia_220_20
 - 47 Gorospe L., Ajuria-Illarramendi O., de la Puente-Bujidos C., Muñoz-Molina G.M., Cabañero-Sánchez A., Moreno-Mata N., et al. PET/CT findings of granulomatosis with polyangiitis presenting as a solitary pulmonary nodule and mimicking lung cancer. *J Clin Rheumatol*. 2020;26(5):e122–3. DOI: 10.1097/RHU.0000000000000994
 - 48 Gutiérrez J., Yumay P., Schiappacasse G., Fernández P.F., Truebab A.A., Santosa J.S., et al. Nódulo pulmonar solitario como presentación inhabitual de infección por *Mycobacterium abscessus*. Reporte de un caso clínico. *Revista médica de Chile*. 2023;151(12):1636–9.
 - 49 Herth F.J., Mayer M., Thiboutot J., Kapp C.M., Sun J., Zhang X., et al. Safety and performance of transbronchial cryobiopsy for parenchymal lung lesions. *Chest*. 2021;160(4):1512–9. DOI: 10.1016/j.chest.2021.04.063
 - 50 Andolfi M., Potenza R., Capozzi R., Liparulo V., Puma F., Yasufuku K. The role of bronchoscopy in the diagnosis of early lung cancer: a review. *J Thorac Dis*. 2016;8(11):3329–37. DOI: 10.21037/jtd.2016.11.81
 - 51 Ernst A., Eberhardt R., Krasnik M., Herth F.J. Efficacy of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of hilar lymph nodes for diagnosing and staging cancer. *J Thorac Oncol*. 2009;4(8):947–50. DOI: 10.1097/JTO.0b013e3181add88d
 - 52 Megyesfalvi Z., Tallosy B., Pipek O., Fillinger J., Lang C., Klikovits T., et al. The landscape of small cell lung cancer metastases: organ specificity and timing. *Thorac Cancer*. 2021;12(6):914–23. DOI: 10.1111/1759-7714.13854
 - 53 Sanz-Santos J., Andreo F., Serra P., Monsó E., Ruiz-Manzano J. The role of endobronchial ultrasound in central early lung cancer. *Thorac Cancer*. 2012;3(2):139–44. DOI: 10.1111/j.1759-7714.2011.00102.x
 - 54 Lee J., Song J.U. Diagnostic yield of radial probe endobronchial ultrasonography-guided transbronchial biopsy without fluoroscopy in peripheral pulmonary lesions: A systematic review and meta-analysis. *Thorac Cancer*. 2023;14(2):195–205. DOI: 10.1111/1759-7714.14733
 - 55 Kuijvenhoven J.C., Leoncini F., Crombag L.C., Spijker R., Bonta P.I., Korevaar D.A., et al. Endobronchial ultrasound for the diagnosis of centrally located lung tumors: a systematic review and meta-analysis. *Respiration*. 2020;99(5):441–50. DOI: 10.1159/000500363
 - 56 Albert R.H., Russell J.J. Evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Am Fam Physician*. 2009;80(8):827–31. PMID: 19835344
 - 57 Kattih Z., Bade B., Hatabu H., Brown K., Parambil J., Hata A., et al. Interstitial lung abnormality: narrative review of the approach to diagnosis and management. *Chest*. 2025;167(3):781–99. DOI: 10.1016/j.chest.2024.09.033
 - 58 Moffatt S.D., Mitchell J.D., Whyte R.I. Role of video-assisted thoracoscopic surgery and classic thoracotomy in lung cancer management. *Curr Opin Pulm Med*. 2002;8(4):281–6. DOI: 10.1097/00063198-200207000-00007
 - 59 Kokkonouzis I., Strimpakos A.S., Lampaditis I., Tsimopoulos S., Syrigos K.N. The role of endobronchial ultrasound in lung cancer diagnosis and staging: a comprehensive review. *Clin Lung Cancer*. 2012;13(6):408–15. DOI: 10.1016/j.clcc.2012.05.001
 - 60 Rusch V.W., Asamura H., Watanabe H., Giroux D.J., Rami-Porta R., Goldstraw P., et al. The IASLC lung cancer staging project: a proposal for a new international lymph node map in the forthcoming seventh edition of the TNM classification for lung cancer. *J Thorac Oncol*. 2009;4(5):568–77. DOI: 10.1097/JTO.0b013e3181a0d82e
 - 61 Gupta A., Youness H., Dhillon S.S., Harris K. The value of using radial endobronchial ultrasound to guide transbronchial lung cryobiopsy. *J Thorac Dis*. 2019;11(1):329–34. DOI: 10.21037/jtd.2018.10.116
 - 62 Kops S.E.P., Heus P., Korevaar D.A., Damen J.A.A., Idema D.L., Verhoeven R.L.J., et al. Diagnostic yield and safety of navigation bronchoscopy: A systematic review and meta-analysis. *Lung Cancer*. 2023;180:107196. DOI: 10.1016/j.lungcan.2023.107196
 - 63 Ahn J.H. An update on the role of bronchoscopy in the diagnosis of pulmonary disease. *Yeungnam Univ J Med*. 2020;37(4):253–61. DOI: 10.12701/yujm.2020.00584

REFERENCES

- 1 Gomboleviskiy V.A., Chernina V.Yu., Blokhin I.A., Nikolaev A.E., Barchuk A.A., Morozov S.P. Main achievements of low-dose computed tomography in lung cancer screening. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2021;99(1):61–70 (In Russ.). DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-1-61-70
- 2 Pushkarev E.A., Vazhenin A.V., Kulaev K.I., Zujkov K.S., Yusupov I.M., Popova I.A. Diagnostic technique for peripheral lung growths with endosonographic control of endoscopic instrument position in pathological centre: Russian Federation patent 2719666 C1. 2019 June 17 (In Russ.).
- 3 Pilkevich D.N., Chekasina M.A., Anufrieva S.S. Atypical videothoracoscopic lung resection in focal tumors. *RMJ*. 2023;1:18–21 (In Russ.).
- 4 Pushkarev E.A., Vazhenin A.V., Kulaev K.I., Yusupov I.M., Zujkov K.S., Popova I.A. Effectiveness of a modified biopsy technique in endobronchial ultrasound (EBUS) in the diagnosis of peripheral lung neoplasms: results of a clinical study. *Ural medical journal*. 2021;21(6):19–25 (In Russ.). DOI: 10.52420/2071-5943-2022-21-6-19-25
- 5 Samorodov N.A., Sabanchieva Zh.Kh., Vasiliev I.V. Application of video-assisted thoracoscopic lung resections for differential diagnosis of lung diseases. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2021;99(2):16–20 (In Russ.). DOI: 10.21292/2075-1230-2021-99-2-16-20
- 6 Tyulkova T.E., Lugovkina T.K., Kutuzova D.M., Khabibullina N.F. Diagnosis of bacteriologically unconfirmed pulmonary tuberculosis (literature review). *Russian Medical Inquiry*. 2022;6(7):387–92 (In Russ.). DOI: 10.32364/2587-6821-2022-6-7-387-392
- 7 Tyurin I.E., Avdeev S.N., Gavrilov P.V., Esakov Y.U.S., Zyblov E.I., Ilina N.A., et al. Glossary of terms for thoracic imaging. *Journal of Ra-*

- diology and Nuclear Medicine. 2023;104(5):292–332 (In Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2023-104-5-292-332
- 8 Chernichenko N.V., Lagkueva I.D., Susarev I.O., Dzhigkava M.M., Chkhikvadze V.D. CT navigation is the key to successful bronchobiospy for peripheral pulmonary nodules. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024;105(1):29–36 (In Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2024-105-1-29-36
 - 9 Chesalina Y.O., Karpina N.L., Berezovskij Y.S., Shishova S.V., Sivokozov I.V. First assessment of comparative efficacy of virtual bronchoscopy and radial endobronchial ultrasound for minimally invasive diagnosis of peripheral pulmonary lesions. *Pul'monologiya*. 2021;31(6):718–28 (In Russ.). DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-718-728
 - 10 Shabalina I., Zaitseva A., Krasnikova E., Semenova L., Sivokozov I., Karpina N., et al. Evaluation of the radial endosonographic image of peripheral lung lesions for choosing the bronchobiospies in the differential diagnosis of tuberculosis, mycobacteriosis and malignancy. *Vrach (The Doctor)*. 2023;5:5–12 (In Russ.). DOI: 10.29296/25877305-2023-05-01
 - 11 Clinical guidelines. Malignant neoplasm of the bronchi and lung. Moscow; 2021 (In Russ.).
 - 12 Esakov Yu.S., Shrainer I.V., Kirpichnikova E.I., Kulikova E.A., Efteev L.A., Tukvadze Z.G., et al. Clinical efficiency of ct-guided transthoracic needle biopsy of peripheral lung lesions. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2022;5:34–42 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgiya202205134
 - 13 Kireev A.A. Up-to-date cytomorphological classifications of benign and malignant lung lesions. *Laboratory Service = Laboratornaya sluzhba*. 2023;12(1):14–20 (In Russ.). DOI: 10.17116/labs2023120114
 - 14 Archer J.M., Mendoza D.P., Hung Y.P., Lanuti M., Digumarthy S.R. Surgical resection of benign nodules in lung cancer screening: incidence and features. *JTO Clin Res Rep*. 2023;4(12):100605. DOI: 10.1016/j.jtocrr.2023.100605
 - 15 Ho A.T.N., Gorthi R., Lee R., Chawla M., Patolia S. Solitary lung nodule: CT-guided transthoracic biopsy vs transbronchial biopsy with endobronchial ultrasound and flexible bronchoscope, a meta-analysis of randomized controlled trials. *Lung*. 2023;201(1):85–93 DOI: 10.1007/s00408-023-00596-9
 - 16 Ho E., Cho R.J., Keenan J.C., Murgu S. The feasibility of using the “artery sign” for pre-procedural planning in navigational bronchoscopy for parenchymal pulmonary lesion sampling. *Diagnostics*. 2022;12(12):3059. DOI: 10.3390/diagnostics12123059
 - 17 Jiang J., Lv Z.M., Lv F.J., Fu B.J., Liang Z.R., Chu Z.G. Clinical and computed tomography characteristics of solitary pulmonary nodules caused by fungi: a comparative study. *Infect Drug Resist*. 2022;15:6019–28. DOI: 10.2147/IDR.S382289
 - 18 Kho S.S., Nyanti L.E., Chai C.S., Chan S.K., Tie S.T. Feasibility of manual bronchial branch reading technique in navigating conventional rEBUS bronchoscopy in the evaluation of peripheral pulmonary lesion. *Clin Respir J*. 2021;15(6):595–603. DOI: 10.1111/crj.13297
 - 19 Kirino Y., Tsuji T., Ohno S., Yoshimi R., Takeda Y., Misumi M., et al. [A solitary lung lesion in Wegener's granulomatosis, which was difficult to differentiate from lung neoplasm]. *Ryumachi*. 2003;43(1):39–43. Japanese. PMID: 12692988
 - 20 de Koning H.J., van der Aalst C.M., de Jong P.A., Scholten E.T., Nackaerts K., Heuvelmans M.A., et al. Reduced lung-cancer mortality with volume CT screening in a randomized trial. *N Engl J Med*. 2020;382(6):503–13. DOI: 10.1056/NEJMoa1911793
 - 21 Korevaar D.A., Colella S., Fally M., Camuset J., Colby T.V., Hagmeyer L., et al. European Respiratory Society guidelines on transbronchial lung cryobiopsy in the diagnosis of interstitial lung diseases. *Eur Respir J*. 2022;60(5):2200425. DOI: 10.1183/13993003.00425-2022
 - 22 Kurimoto N., Morita K. *Bronchial branch tracing*. Springer Nature; 2020. 173 p.
 - 23 Lachkar S., Perrot L., Gervereau D., De Marchi M., Morisse Pradier H., Dantoing E., et al. Radial-EBUS and virtual bronchoscopy planner for peripheral lung cancer diagnosis: How it became the first-line endoscopic procedure. *Thorac Cancer*. 2022;13(20):2854–60. DOI: 10.1111/1759-7714.14629
 - 24 Ren Q., Zhou Y., Yan M., Zheng C., Zhou G., Xia X. Imaging-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of nodules in the lung base: fluoroscopy CT versus cone-beam CT. *Clin Radiol*. 2022;77(5):e394–9. DOI: 10.1016/j.crad.2022.02.005
 - 25 Sainz Zuñiga P.V., Vakil E., Molina S., Bassett R.L. Jr, Ost D.E. Sensitivity of radial endobronchial ultrasound-guided bronchoscopy for lung cancer in patients with peripheral pulmonary lesions: an updated meta-analysis. *Chest*. 2020;157(4):994–1011. DOI: 10.1016/j.chest.2019.10.042
 - 26 Sano A. Virtual bronchoscopy using Horos. *Lung India*. 2020;37(5):457–8. DOI: 10.4103/lungindia.lungindia_110_20
 - 27 Takata S., Miyake K., Kumanogoh A. The superiority of manual over automated methods in identifying bronchial trees on identical CT images. *Sci Rep*. 2022;12(1):5416. DOI: 10.1038/s41598-022-09401-8
 - 28 Taketa T., Nakamura T. Pulmonary sarcoidosis presenting as a solitary nodule mimicking lung cancer. *Clin Case Rep*. 2021;9(6):e04208. DOI: 10.1002/ccr3.4208
 - 29 Udagawa H., Kirita K., Naito T., Nomura S., Ishibashi M., Matsuzawa R., et al. Feasibility and utility of transbronchial cryobiopsy in precision medicine for lung cancer: Prospective single-arm study. *Cancer Sci*. 2020;111(7):2488–98. DOI: 10.1111/cas.14489
 - 30 Velez-Perez A., Abuharb B., Bammert C.E. Detection of non-haematolymphoid malignancies in bronchoalveolar lavages — A cancer centre's 10-year experience. *Cytopathology*. 2022;33(4):449–53.
 - 31 Zheng X., Xie F., Li Y., Chen J., Jiang Y., Sun J. Ultrathin bronchoscope combined with virtual bronchoscopic navigation and endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions with or without fluoroscopy: A randomized trial. *Thorac Cancer*. 2021;12(12):1864–72. DOI: 10.1111/1759-7714.13995
 - 32 Zheng X., Zhong C., Xie F., Li S., Wang G., Zhang L., et al. Virtual bronchoscopic navigation and endobronchial ultrasound with a guide sheath without fluoroscopy for diagnosing peripheral pulmonary lesions with a bronchus leading to or adjacent to the lesion: A randomized non-inferiority trial. *Respirology*. 2023;28(4):389–98. DOI: 10.1111/resp.14405
 - 33 Zhong C.H., Su Z.Q., Luo W.Z., Rao W.-Y., Feng J.-X., Tang Ch.-L., et al. Hierarchical clock-scale hand-drawn mapping as a simple method for bronchoscopic navigation in peripheral pulmonary nodule. *Respiratory Research*. 2022;23(1):245. DOI: 10.1186/s12931-022-02160-0
 - 34 Zhou Y., Yang W., Ao M., Höti N., Gabrielson E., Chan D.W., et al. Proteomic analysis of the air-way fluid in lung cancer. Detection of periostin in bronchoalveolar lavage (BAL). *Front Oncol*. 2020;10:1072. DOI: 10.3389/fonc.2020.01072
 - 35 Zhu H., Liu H., Wen J., Yuan T., Ren G., Jiang Y., et al. Overexpression of human aspartyl (asparaginyl) β -hydroxylase in NSCLC: its diagnostic value by means of exosomes of bronchoalveolar lavage. *Appl Immunohistochem Mol Morphol*. 2021;29(10):720–7. DOI: 10.1097/PAI.0000000000000963
 - 36 Zou X., Zhu Y., Hu Q., Qi Q., Hua H., Fei F., et al. Diagnostic value of ultrasound-guided transbronchial lung biopsy in peripheral tuberculous pulmonary lesions. *Diagn Cytopathol*. 2022;50(12):572–8. DOI: 10.1002/dc.25041
 - 37 Zou X., Cui N., Ma Q., Lin Z., Zhang J., Li X. Conventional versus cone-beam computed tomography in lung biopsy: diagnostic performance, risks, and the advantages of tract embolization with gelfoam particle suspension. *Quant Imaging Med Surg*. 2024;14(9):6479–92. DOI: 10.21037/qims-24-342
 - 38 Tanahashi M. Thoracotomy approach to large tumors. *Kyobu Geka*. 2024;77(10):828–34. Japanese. PMID: 39617380
 - 39 Abid A., Ahmad T., Shaikh K.A., Nasreen S., Sikander N., Mazcuri M. Video Assisted Thoracoscopy as a therapeutic modality in evacuating retained or clotted haemothoraces. *J Pak Med Assoc*. 2021;71(5):1428–31. DOI: 10.47391/JPMA.288
 - 40 Kruglova I.A., Paranova T.V., Zinoviev S.V., Utkin O.V., Denisenko A.N. Urgent intraoperative cytological diagnosis of spherical lung mass lesions. *Pul'monologiya*. 2023;33(3):357–65 (In Russ.). DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-357-365
 - 41 Afonin G.V., Glukhareva A.E., Smolenov E.I., Kolobaev I.V., Beke-tov E.E., Petrov L.O., et al. The application of PET/CT with 18F-FDG in the differential diagnosis of lung solitary lesions. *Research and Practical Medicine Journal*. 2022;9(3):80–90 (In Russ.). DOI: 10.17709/2410-1893-2022-9-3-6
 - 42 Gavrilo P.V., Suvorova S.S., Smolnikova U.A., Ushkov A.D. Pulmonary hamartoma: a single-center analysis of 142 cases. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024;105(1):13–9 (In Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2024-105-1-13-19
 - 43 Bagirov M.A., Lepcha L.N., Sadovnikova S.S., Erokhina M.V., Karpina N.L., Krasnikova E.V. Nowadays indications to surgery for lung tuberculemas. *Tuberculosis and socially significant diseases*. 2018;2:43–8 (In Russ.).
 - 44 Vasileva I.A., Balasanyants G.S., Borisov S.E., Burmistrova I.A., Valiev R.Sh., Vaniev E.V et al. Tuberculosis in adults. Clinical guidelines. Moscow; 2021 (In Russ.).
 - 45 Diez-Ferrer M., Morales A., Tebé C., Cubero N., López-Lisbona R., Padrones S., et al. Ultrathin bronchoscopy with and without virtual bronchoscopic navigation: influence of segmentation on diagnostic yield. *Respiration*. 2019;97(3):252–58. DOI: 10.1159/000493270

- 46 Goel M.K., Kumar A., Maitra G., Singh B., Ahlawat S., Jain P., et al. Safety and diagnostic yield of transbronchial lung cryobiopsy by flexible bronchoscopy using laryngeal mask airway in diffuse and localized peripheral lung diseases: A single-center retrospective analysis of 326 cases. *Lung India*. 2021;38(2):109–16. DOI: 10.4103/lungindia.lungindia_220_20
- 47 Gorospe L., Ajuria-Illarramendi O., de la Puente-Bujidos C., Muñoz-Molina G.M., Cabañero-Sánchez A., Moreno-Mata N., et al. PET/CT findings of granulomatosis with polyangiitis presenting as a solitary pulmonary nodule and mimicking lung cancer. *J Clin Rheumatol*. 2020;26(5):e122–3. DOI: 10.1097/RHU.0000000000000994
- 48 Gutiérrez J., Yumay P., Schiappacasse G., Fernández P.F., Truebab A.A., Santosa J.S., et al. Nódulo pulmonar solitario como presentación inhabitual de infección por *Mycobacterium abscessus*. Reporte de un caso clínico. *Revista médica de Chile*. 2023;151(12):1636–9.
- 49 Herth F.J., Mayer M., Thiboutot J., Kapp C.M., Sun J., Zhang X., et al. Safety and performance of transbronchial cryobiopsy for parenchymal lung lesions. *Chest*. 2021;160(4):1512–9. DOI: 10.1016/j.chest.2021.04.063
- 50 Andolfi M., Potenza R., Capozzi R., Liparulo V., Puma F., Yasufuku K. The role of bronchoscopy in the diagnosis of early lung cancer: a review. *J Thorac Dis*. 2016;8(11):3329–37. DOI: 10.21037/jtd.2016.11.81
- 51 Ernst A., Eberhardt R., Krasnik M., Herth F.J. Efficacy of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration of hilar lymph nodes for diagnosing and staging cancer. *J Thorac Oncol*. 2009;4(8):947–50. DOI: 10.1097/JTO.0b013e3181add88d
- 52 Megyesfalvi Z., Tallosy B., Pipek O., Fillinger J., Lang C., Klikovits T., et al. The landscape of small cell lung cancer metastases: organ specificity and timing. *Thorac Cancer*. 2021;12(6):914–23. DOI: 10.1111/1759-7714.13854
- 53 Sanz-Santos J., Andreo F., Serra P., Monsó E., Ruiz-Manzano J. The role of endobronchial ultrasound in central early lung cancer. *Thorac Cancer*. 2012;3(2):139–44. DOI: 10.1111/j.1759-7714.2011.00102.x
- 54 Lee J., Song J.U. Diagnostic yield of radial probe endobronchial ultrasonography-guided transbronchial biopsy without fluoroscopy in peripheral pulmonary lesions: A systematic review and meta-analysis. *Thorac Cancer*. 2023;14(2):195–205. DOI: 10.1111/1759-7714.14733
- 55 Kuijvenhoven J.C., Leoncini F., Crombag L.C., Spijker R., Bonta P.I., Korevaar D.A., et al. Endobronchial ultrasound for the diagnosis of centrally located lung tumors: a systematic review and meta-analysis. *Respiration*. 2020;99(5):441–50. DOI: 10.1159/000500363
- 56 Albert R.H., Russell J.J. Evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Am Fam Physician*. 2009;80(8):827–31. PMID: 19835344
- 57 Kattih Z., Bade B., Hatabu H., Brown K., Parambil J., Hata A., et al. Interstitial lung abnormality: narrative review of the approach to diagnosis and management. *Chest*. 2025;167(3):781–99. DOI: 10.1016/j.chest.2024.09.033
- 58 Moffatt S.D., Mitchell J.D., Whyte R.I. Role of video-assisted thoracoscopic surgery and classic thoracotomy in lung cancer management. *Curr Opin Pulm Med*. 2002;8(4):281–6. DOI: 10.1097/00063198-200207000-00007
- 59 Kokkonouzis I., Strimpakos A.S., Lampaditis I., Tsimopoulos S., Syrigos K.N. The role of endobronchial ultrasound in lung cancer diagnosis and staging: a comprehensive review. *Clin Lung Cancer*. 2012;13(6):408–15. DOI: 10.1016/j.clcc.2012.05.001
- 60 Rusch V.W., Asamura H., Watanabe H., Giroux D.J., Rami-Porta R., Goldstraw P., et al. The IASLC lung cancer staging project: a proposal for a new international lymph node map in the forthcoming seventh edition of the TNM classification for lung cancer. *J Thorac Oncol*. 2009;4(5):568–77. DOI: 10.1097/JTO.0b013e3181a0d82e
- 61 Gupta A., Youness H., Dhillon S.S., Harris K. The value of using radial endobronchial ultrasound to guide transbronchial lung cryobiopsy. *J Thorac Dis*. 2019;11(1):329–34. DOI: 10.21037/jtd.2018.10.116
- 62 Kops S.E.P., Heus P., Korevaar D.A., Damen J.A.A., Idema D.L., Verhoeven R.L.J., et al. Diagnostic yield and safety of navigation bronchoscopy: A systematic review and meta-analysis. *Lung Cancer*. 2023;180:107196. DOI: 10.1016/j.lungcan.2023.107196
- 63 Ahn J.H. An update on the role of bronchoscopy in the diagnosis of pulmonary disease. *Yeungnam Univ J Med*. 2020;37(4):253–61. DOI: 10.12701/yujm.2020.00584

© Исламов Р.Н., Шарипов Р.А., Багиров М.А., Тукфатуллин Р.К., Читорелидзе Г.В., Павлова Е.В., Ягафарова Р.К., 2025
 © Islamov R.N., Sharipov R.A., Bagirov M.A., Tukfatullin R.K., Chitorelidze G.V., Pavlova E.V., Yagafarova R.K., 2025