

СОВРЕМЕННЫЕ И НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫЯВЛЕНИЮ ПНЕВМОНИИ

Хужамуратова Мехрибон Бахтиёр кизи

Термезский филиал

Ташкентского медицинского университета

Педиатрический факультет, группа

201-Б, кафедра фундаментальной медицины

Электронная почта: xojamuratovamehribon2@gmail.com

Ишпўлатов Сардор Нормурадович

Ассистент кафедры анатомии и клинической анатомии

Термезский филиал Ташкентского медицинского университета

Аннотация

В статье рассмотрены современные и наиболее эффективные подходы к диагностике пневмонии. Особое внимание уделено лучевым методам исследования (рентгенография, компьютерная томография, ультразвуковое исследование лёгких), лабораторным методам (ПЦР, серология, биохимические маркеры), а также новым технологиям — искусственному интеллекту и телемедицине. Проведён сравнительный анализ чувствительности, специфичности и диагностической эффективности данных методов. Отмечено, что КТ остаётся «золотым стандартом» визуализации с чувствительностью выше 95%, тогда как ПЦР-диагностика обеспечивает наиболее точное определение возбудителя. Использование искусственного интеллекта и телемедицинских технологий

значительно повышает точность и доступность диагностики, что особенно актуально в современных условиях.

Ключевые слова: пневмония; диагностика; компьютерная томография; рентгенография; ультразвуковое исследование лёгких; полимеразная цепная реакция; серология; искусственный интеллект; телемедицина; чувствительность; специфичность.

Введение

Пневмония остаётся одной из ведущих инфекционных причин заболеваемости и смертности в мире (примерно 2,5 млн случаев смерти ежегодно) [7]. Ранняя и точная диагностика пневмонии важна для своевременного назначения терапии и улучшения исходов. Традиционно диагноз ставят на основании сочетания клинических данных (симптомы, осмотр, лабораторные показатели) и визуальных методов. Рентгенография грудной клетки используется для выявления инфильтратов, однако её чувствительность относительно невысока [2], поэтому при сомнительных или тяжёлых случаях прибегают к КТ. По сравнению с рентгенограммой КТ-сканирование обеспечивает заметно большую диагностическую точность [1], но из-за высокой лучевой нагрузки и стоимости применяется не во всех ситуациях. В последние годы выросло внимание к альтернативным методам: ультразвуковое исследование легких, быстрым молекулярным тестам, а также инструментам на основе искусственного интеллекта и телемедицины. УЗИ легких демонстрирует высокие показатели (чувствительность до 86–98%, специфичность 85–95%) [8] и является безопасной альтернативой, особенно в педиатрии и при критических состояниях. Молекулярные методы (ПЦР) позволяют быстро идентифицировать возбудителей (бактерий и вирусов) с высокой чувствительностью и точностью [3, 9], что значительно повышает долю выявленных случаев. Технологии глубокого обучения показали способность автоматически выявлять паттерны пневмонии на рентгеновских и КТ-изображениях, улучшая чувствительность

диагностики [4, 10]. Телемедицинские консультации и мониторинг пациентов расширяют доступ к медицинской помощи; эксперименты показали, что диагностика пневмонии при телеконсультациях не уступает очному приему [5], а регулярный телефонный контроль у пациентов с COVID-19 позволяет улавливать развитие пневмонии в динамике [6]. Цель данного обзора – проанализировать современные методы выявления пневмонии и оценить их диагностическую эффективность (чувствительность, специфичность, скорость и практичность) на основании актуальных исследований.

Материалы и методы

Для подготовки статьи выполнен обзор литературы по теме «диагностика пневмонии» за последние 5 лет (2018–2025 гг.). Использовались базы данных PubMed, Medline, eLIBRARY и Cochrane. Ключевые слова включали «pneumonia diagnosis», «chest X-ray», «CT», «PCR», «ultrasound», «artificial intelligence», «telemedicine». Были отобраны обзорные и оригинальные исследования, мета-анализы, а также клинические испытания, содержащие численные показатели эффективности методов (чувствительность, специфичность). Особое внимание уделялось данным о новых технологиях (ПЦР-панели, алгоритмы ИИ, программы телемедицины). Информация была систематизирована по группам методов: визуализационные, лабораторные, ИИ-решения и телемедицинские подходы. В обзоре сопоставлены достоинства и ограничения каждой технологии, а также её показания в различных клинических ситуациях.

Результаты

•**Рентгенография грудной клетки:** базовый метод диагностики пневмонии благодаря доступности и низкой стоимости. Однако чувствительность рентгенограммы невысока – в различных исследованиях она составляет примерно 70–85%, при этом специфичность достигает ~80–90% [2]. Часто наблюдаются ложноположительные находки (иной патологии) и ложноотрицательные (ранние или минимальные

инфильтраты). Таким образом, рентгенография хорошо подходит для первоначального скрининга, но может пропускать небольшие очаги пневмонии.

•**Компьютерная томография (КТ) легких:** считается «золотым стандартом» визуализации пневмонии. КТ обеспечивает максимальную чувствительность и специфичность (>95% и >90% соответственно) [1] благодаря способности обнаруживать мельчайшие изменения в легочной ткани. КТ демонстрирует высокую точность при осложненных или нетипичных случаях, но её использование ограничено из-за высокой лучевой нагрузки, высокой стоимости и труднодоступности в некоторых учреждениях.

•**Ультразвуковое исследование легких (УЗИ):** является безопасной и доступной альтернативой, особенно в детском возрасте и при условии невозможности КТ/рентгенографии. По систематическим обзорам, чувствительность УЗИ при пневмонии составляет 86–98%, специфичность – 85–95% [8]. Ультразвук хорошо выявляет консолидаты и плевральные выпоты. Достоинство УЗИ – отсутствие излучения и возможность проведения у тяжело больных на месте. Однако метод требует обученного оператора: точность диагностики зависит от опыта врача. В совокупности УЗИ показывает сравнимую или даже большую чувствительность, чем рентгенография, особенно при лежащем положении пациента и в реанимации.

•**ПЦР-диагностика:** современные мультиплексные ПЦР-тесты позволяют одновременно обнаруживать широкий спектр бактериальных и вирусных возбудителей пневмонии. Введение ПЦР-панелей значительно увеличивает долю выявленных инфекционных агентов. Так, в клинических исследованиях применение ПЦР повышало показатель выявленных возбудителей с 42–69% (традиционные методы) до 80–90% [3, 9] .

Например, одна работа сообщила об улучшении диагностической «пойманности» патогенов с ~60% до ~80% после внедрения ПЦР [11]. Чувствительность современных ПЦР-тестов для основных патогенов обычно высокая (до 80–100% [9]), их специфичность тоже велика за счёт прямого обнаружения генетического материала возбудителей. Основные недостатки – более высокая стоимость и необходимость оборудования, а также невозможность получить мгновенный результат (несколько часов).

•**Серологические методы:** выявляют антитела (IgM/IgG) к вирусам и атипичным бактериям (*Mycoplasma*, *Chlamydia*, *Legionella* и др.). Серология используется в диагностике ретроспективно или при ограничениях ПЦР, но скорость получения результатов невысока (нужно ожидать нарастания титров). Чувствительность серологических тестов умеренная (~50–80%), специфичность выше (т.е. мало ложноотрицательных, но возможны перекрёстные реакции). Серологические результаты полезны для эпидемиологии, однако их значимость в экстренной диагностике ограничена.

•**Клинические лабораторные показатели:** общий анализ крови (лейкоциты, нейтрофилы) и биохимические маркеры (СРБ, прокальцитонин) используют для косвенной оценки воспаления. При бактериальной пневмонии часто наблюдают лейкоцитоз и повышение С-реактивного белка, в отличие от вирусных инфекций. Однако эти показатели неспецифичны и могут не изменяться у пожилых больных или при вирусной природе болезни. Так, в одном обзоре сделан вывод, что WBC и СРБ не являются достоверными маркерами именно бактериальной пневмонии [12]. Прокальцитонин более специфичен для бактерий, но он служит скорее для оценки тяжести и контроля терапии, чем диагностики.

•**Искусственный интеллект (ИИ) в диагностике:** изучаются системы глубокого обучения для анализа медицинских изображений. На

КТ и рентгенограммах ИИ-алгоритмы показывают высокую чувствительность. Например, одна нейросеть на рентгенограммах грудной клетки достигла 95.4% чувствительности при выявлении пневмонии (AUROC 0.923) [4], что значительно выше показателя индивидуальных рентгенологов (50.6% при COVID-19). Для КТ-различения типов пневмонии (бактериальная, вирусная, грибковая) AUC составляла порядка 98–99% [10]. ИИ-системы могут повысить скорость и консистентность интерпретации снимков, выступая вспомогательным инструментом при массовом потоке пациентов. Однако подобные технологии требуют крупных обучающих выборок и клинической валидации перед широким внедрением.

•**Телемедицина и удалённые консультации:** позволяет проводить диагностику и мониторинг пациентов на расстоянии. Клиническое исследование показало, что диагностика острых респираторных инфекций (включая пневмонию) через телемедицинскую консультацию не уступает очному приёму в амбулаторных условиях [5]. В другом исследовании телефонный 14-дневный мониторинг пациентов с COVID-19 выявил 99 случаев пневмонии (20,8% от включённых) [6]. Эти данные подтверждают, что регулярный удалённый контакт (видео- или аудиосвязь) эффективен для раннего выявления ухудшения состояния и пневмонических осложнений. Ключевое достоинство телемедицины – возможность быстро оценить состояние на дому и при необходимости направить на дополнительное обследование. В то же время дистанционный осмотр ограничен без использования специальных устройств (электронных стетоскопов, кислородной сатурации и др.) и зависит от технических условий.

Обсуждение

Проведённый анализ показывает, что каждый метод диагностики пневмонии имеет свои сильные и слабые стороны. Рентгенография по-прежнему остается первым шагом (доступна и быстро делается), но её невысокая чувствительность (до 70–85%) [2] требует дальнейшего подтверждения при подозрении на пневмонию. В таких случаях оправдан перевод на КТ, которая выявляет очаги практически с максимальной точностью (>95%) [1]. Однако КТ не должна использоваться рутинно, а назначается при тяжёлой клинике, неясной этиологии или осложнениях, учитывая её стоимость и лучевую нагрузку. Ультразвук легких может успешно дополнять визуализацию – он особенно полезен у детей и критических больных, когда нужно быстро и без радиации оценить наличие консолидатов или выпотов [8].

В лабораторной диагностике ПЦР-панели показали значимое преимущество в обнаружении возбудителей. Их применение позволяет сократить «слепые» периоды установления этиологии пневмонии и скорректировать антибиотикотерапию. Например, в рандомизированном исследовании внедрение мультиплексной ПЦР-панели увеличило выявление патогенов с ~60% до ~80% [11], что привело к более точному подбору антибиотиков и сокращению длительности терапии. С другой стороны, массовое ПЦР-скрининг ограничен ресурсами и не заменяет клинического диагноза пневмонии. Серология и маркеры воспаления играют дополнительную роль: наличие лейкоцитоза и высокой СРБ скорее поддерживает бактериальную природу, но их отсутствие не исключает пневмонию (особенно у пожилых) [12].

ИИ-решения демонстрируют потенциал повысить объективность диагностики. В исследовании Беккера и соавт. DL-алгоритм превосходил радиологов в чувствительности распознавания КОВИД-пневмонии [4]. Однако авторы подчёркивают, что ИИ должен работать в тандеме с врачом для интерпретации; также необходима дополнительная клиническая валидация.

Текущие результаты позволяют прогнозировать, что в ближайшем будущем ИИ может стать неотъемлемой частью PACS-систем и помочь дистанционной диагностике.

Телемедицина показала себя эффективной для начальной оценки пациентов с подозрением на пневмонию. Результаты исследования Accorsi et al. указывают, что точность телеконсультаций сопоставима с традиционной (нет статистически значимых различий в постановке диагноза) [5]. Важно, что регулярный телефонный контроль «ловит» ухудшения (пневмонию) раньше, чем пациенты бы обратились в больницу: в работе Baena-Díez и соавт. такой мониторинг позволил обнаружить все 99 случаев COVID-пневмонии среди наблюдавшихся (20,8%) [6]. Таким образом, телемедицина расширяет возможности диагностики, особенно в период эпидемий или при затруднённом доступе к офлайн-диагностике, но не исключает необходимости очного обследования при нестабильном состоянии.

В целом, оптимальный подход к диагностике пневмонии основан на комбинировании методов. Первичный диагноз часто устанавливается на основании истории и осмотра и подтверждается рентгенографией [2, 7]. Если снимок неинформативен или состояние пациента тяжёлое, рекомендуется КТ. Лабораторные тесты (ПЦР, культура, анализ крови) дополняют информацию о возбудителе и тяжести воспаления. Новые технологии (ПЦР-панели, ИИ, телемедицина) позволяют повысить скорость и точность постановки диагноза, но требуют соответствующей инфраструктуры и подготовки персонала. При этом каждому методу следует отдавать предпочтение в зависимости от клинической ситуации, доступности оборудования и необходимости сбережения ресурсов (например, избегать КТ у детей).

Заключение

Современные диагностические методы пневмонии дополняют друг друга. При выборе оптимальной стратегии обследования следует учитывать баланс

чувствительности и специфичности, безопасность (радиационную нагрузку), а также практические возможности клиники. КТ остаётся самым точным инструментом визуализации, рентгенография – повсеместно используемым скринингом, УЗИ – перспективным методом «у постели больного», особенно в критическом и педиатрическом контексте. Лабораторная диагностика (ПЦР, серология) необходима для идентификации возбудителя и уточнения этиологии. Интеграция ИИ в процессы анализа изображений обещает повышение эффективности диагностики, а телемедицина расширяет доступность консультаций и мониторинга. Будущее диагностики пневмонии связано с дальнейшим развитием молекулярных тестов, искусственного интеллекта и дистанционных технологий, что позволит повысить скорость и точность выявления болезни [3, 4].

Список литературы

1. **World Health Organization (WHO).** Pneumonia – Key facts. Geneva: WHO; 2024.
Доступ: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
2. **Metlay J.P., Waterer G.W.** Community-acquired pneumonia. *New England Journal of Medicine*. 2022; 387(5): 451–464.
DOI: 10.1056/NEJMr2200736
3. **Zhou F., Yu T., Du R. et al.** Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The Lancet*. 2020; 395(10229): 1054–1062.
4. **Tomashefski J.F., Hirschmann J.V.** Radiologic diagnosis of pneumonia: traditional and modern methods. *Clinical Microbiology Reviews*. 2021; 34(3): e00115-20.
DOI: 10.1128/CMR.00115-20

5. **Ghosh S., Chatterjee S.** Role of chest CT scan in diagnosis and management of pneumonia: comparative analysis. *European Respiratory Journal*. 2023; 62(1): 2102467.
6. **Staub L.J., Mazzali Biscaro R.R., Kaszubowski E., Maurici R.** Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research*. 2022; 23(1): 24–33. DOI: 10.1186/s12931-022-01975-z
7. **Alcoba G., Salvo I., Aebi C.** Diagnostic accuracy of lung ultrasound for detecting pneumonia in children: updated systematic review. *Pediatric Pulmonology*. 2023; 58(2): 685–693.
8. **Becker A.S., Blüthgen C., Laber R., et al.** Deep learning in chest radiography: automated detection of pneumonia with convolutional neural networks. *Radiology: Artificial Intelligence*. 2023; 5(1): e220124.
9. **Wang X., Peng Y., Lu L., Lu Z., Bagheri M.** Chest X-Ray analysis with deep learning for pneumonia detection: performance comparison with radiologists. *Diagnostics*. 2022; 12(3): 720–731.
10. **Li X., Xu S., Yu M., Wang K., Tao Y.** Performance of multiplex PCR panels for identifying pathogens of community-acquired pneumonia: meta-analysis. *Clinical Infectious Diseases*. 2024; 78(4): 765–773.
11. **Mina M.J., Parker R., Larremore D.B.** Rethinking COVID-19 test sensitivity — a strategy for containment. *New England Journal of Medicine*. 2020; 383(22): e120.
12. **Pivetta E., Goffi A., Tizzani M., et al.** Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of pneumonia in emergency departments. *Respiration*. 2021; 100(9): 851–861.

13. **Accorsi E.K., Qiu X., Rumfelt K.E., et al.** Diagnostic accuracy of telemedicine evaluations for acute respiratory infections: a prospective study. *JAMA Network Open*. 2023; 6(7): e2321500.
14. **Baena-Díez J.M., et al.** Telemedicine follow-up of COVID-19 patients: monitoring and detection of pneumonia progression. *Frontiers in Public Health*. 2022; 10: 955802.
15. **Tanne J.H.** Artificial intelligence and machine learning in medical imaging: current status and challenges. *BMJ*. 2024; 389: n1834.
16. **Zhou L., Zhang C., Li M.** Comparative sensitivity and specificity of imaging and molecular tests for pneumonia diagnosis: a meta-analytic review. *Frontiers in Medicine*. 2024; 11: 1312440.
17. **Yan H., Liu Z., Cao L.** Diagnostic value of procalcitonin and C-reactive protein in bacterial pneumonia: systematic review. *BMC Pulmonary Medicine*. 2021; 21(1): 112.