

УДК: 616.24-002-07

## ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В СКРИНИНГЕ И КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПНЕВМОНИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ COVID -19



Фазилов Акрам Акмалович, Нормурадова Нодира Мурадуллаевна,  
Алимарданов Орифжон Рузимурадович  
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

### COVID-19 ПНЕВМОНИЯСИННИГ СКРИНИНГ ВА КОМПЛЕКС ТАШХИСОТИДА УЛТРАТОВУШ ТЕКШИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Фазилов Акрам Акмалович, Нормурадова Нодира Мурадуллаевна,  
Алимарданов Орифжон Рузимурадович  
Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ривожлантириш маркази,  
Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

### TECHNOLOGY OF THE ULTRASONIC METHOD IN SCREENING AND GENERAL DIAGNOSTICS OF PNEUMONIA DUE TO COVID-19

Fazilov Akram Akmalovich, Normuradova Nodira Muradullaevna,  
Alimardanov Orifjon Ruzimuradovich  
Center for the development of professional qualifications of medical workers,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: [n.normuradova@mail.ru](mailto:n.normuradova@mail.ru)

---

**Резюме.** Мақолада COVID-19 таъхиси аниқланган 75 та беморда ўпканинг ултратовуш текшириш натижалари келтирилган. Ўпканинг ултратовуш таъхисоти технологияси кўрак қафасининг 12 та шартли худудда А-чизиқларни баҳолашни тақозо қилади. Усулнинг афзалликлари бу унинг кенг қамровли эканлиги, беморнинг нурланмаслиги, карантин шароитида муҳим бўлган томони, бемор тўшаги ёнида ва ҳамда керак бўлганда қайта-қайта текшириш ўтказиш имкони борлигидир. Усулнинг чекловлари эса “COVID-19” диагнозини қўйиш имкони йўқлиги ва ўпка тўқимасида ўзгаришнинг тарқалиш даражасини аниқлай олмаслигида бўлди.

**Калит сўзлар:** COVID-19, пневмония, ўпканинг ултратовуш таъхисоти.

**Abstract.** The article presents the use of the ultrasound method in the study of the lungs in 75 patients with a confirmed diagnosis of COVID-19. The technology of ultrasound examination of the lungs provided for a sequential assessment of A-lines in 12 conditional areas of the chest. The advantages of the method were the availability, the absence of radiation exposure, the possibility of repeated studies, which is important in quarantine conditions, at the patient's bedside. The limitations of the method were the inability to make or exclude the diagnosis of "COVID-19" and to assess the prevalence of changes in the lung tissue.

**Key words:** COVID-19, pneumonia, lung ultrasound.

---

**Введение.** Эпидемия COVID-19 быстро распространилась по всему миру и в настоящее время, по данным Университета Джонса Хопкинса (Johns Hopkins University, JHU), охватывает 192 страны, в которых зарегистрировано более 104 млн заболевших, а число смертности составляет более 2 млн человек. В Узбекистане число заболевших превысило 78 тысяч, количество умерших насчитывается более 600 человек [1].

COVID-19 (от англ. Coronavirus disease 2019) — новое вирусное инфекционное заболевание, характеризующееся высокой контагиозностью и вероятностью развития жизнеугрожающих осложнений в виде острого респираторного дистресс-синдрома, острой дыхательной, а также полиорганной недостаточности. Возбудителем заболевания является оболочечный зоонозный РНК-вирус SARS-CoV-2, который относится к семейству Coronaviridae, роду Betacoronavirus, как и

известные до этого вирусы данного семейства SARS-CoV и MERS-CoV [2].

«Золотым» стандартом лучевой диагностики вирусной пневмонии COVID-19 является компьютерная томография, которая показала себя не только при первичном выявлении, но и при динамическом наблюдении [8]. К эффективным лучевым методам диагностики изменений в легких, с предполагаемой или установленной COVID-19 пневмонией, также относят обзорную рентгенографию легких и ультразвуковую диагностику [5]. Учитывая высокую информативность и доступность рентгенографического метода, многие страны мира в период пандемии ввели его в стандартный протокол исследования при COVID-19 [5, 13]. В периодической литературе сообщения о возможности использования ультразвукового метода, его роли и значения в исследовании пациентов с пневмонией неоднозначны. Итальянские исследователи, одними из первых, сообщили об успешном использовании ультразвукового метода в диагностике пневмонии, обусловленной COVID-19 [15]. Sofia S. [14] и Poggiali E. [12] с соавторами также придерживались мнения необходимости более широкого применения ультразвукового метода при исследовании пациентов с данным заболеванием. Однако, некоторыми авторами были отмечены, что изменения в легких, обнаруживаемые при ультразвуковом исследовании не имеют специфических отличительных признаков от других вирусных поражений [3,4]. Также многие авторы придерживаются мнения, что ультразвуковое исследование легких у пациентов с пневмонией, обусловленной SARS-CoV-2, является дополнительным методом визуализации и не заменяет рентгенографию и компьютерную томографию [3].

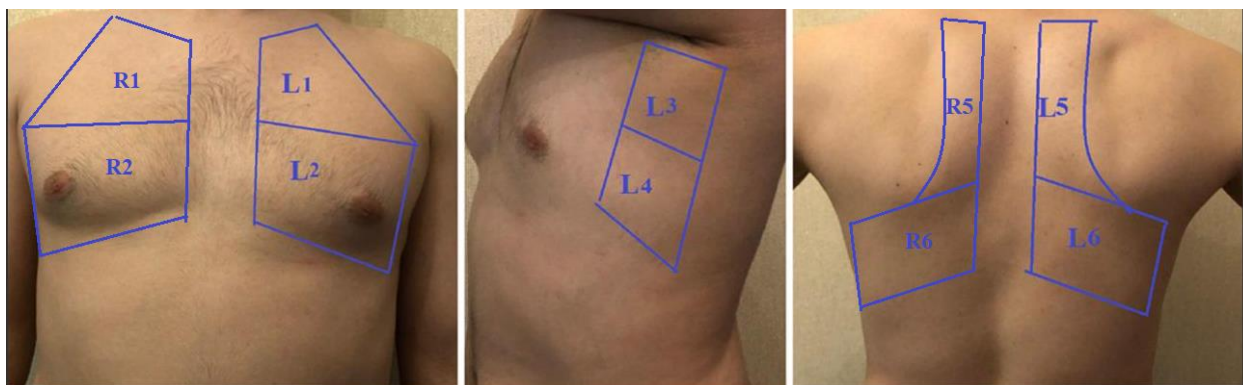
**Цель исследования** - определить место ультразвукового метода в скрининге и комплексной диагностике и совершенствовать технологию исследования при пневмонии, обусловленной SARS-CoV-2.

**Методы и материал исследования.** Нами анализирован материал применения ультразвукового исследования легких 75 пациентам, госпитализированных с положительными результатами ПЦР теста по COVID-19.

**Технология ультразвукового исследования легких.** Учитывая условия жесткого карантина ультразвуковые исследования проводились у кровати пациентов на портативном приборе Mindray DC-6900 (Китай) с применением конвексных датчиков частотой 3,5-5,0 МГц и линейных датчиков частотой 5,0-15 МГц. При проведении исследования соблюдались условия асептики и антисептики, предусмотренные международными рекомендациями [10]. Во время исследования

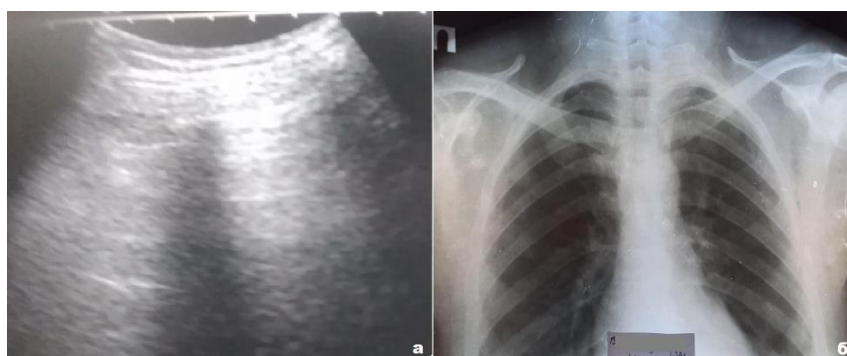
придерживались механического индекса  $<0,7$ , при минимальном коэффициенте усиления ультразвукового сигнала. Фокусировка ультразвукового сигнала устанавливалась на уровне плевры. Пациент находился в сидячем положении с несколько согнутым вперед туловищем. Это позволило расширить обзор межреберного пространства в момент исследования. При сканировании передних отделов грудной клетки больной сидел с несколько приподнятой головой, лицом был обращен в противоположную сторону от исследователя. При тяжелых состояниях больных исследование проводилось в положении пациента лежа на животе или на спине. Методика ультразвукового исследования органов грудной клетки предусматривала последовательное исследование и оценку двенадцати условных зон сканирования (рис. 1). Поверхность кожи обильно смазывали ультразвуковым гелем для обеспечения хорошего скольжения датчика. Устанавливали датчик продольно или поперечно в межреберный промежуток. Скользящими движениями постепенно исследовали каждую зону, при этом оценивалась структура плевральной линии и наличие за ней специфических артефактов ультразвукового изображения – горизонтальных А-линий или вертикальных В-линий, а также наличие/отсутствие консолидаций легочной ткани или плеврального выпота. Результаты исследований вносили в разработанный нами специальный чек-лист. Всем пациентам была выполнена рентгенография грудной клетки в 2-х проекциях, 12 пациентам – МСКТ на установке MSCT 16 GE OPTIMA 520.

**Результаты исследования и их обсуждение.** По данным клинично-лабораторных исследований все пациенты с COVID-19 были разделены на 4 группы: бессимптомное течение болезни отмечалось у 11 (14,7%) больных, легкое течение – у 24 (32%), средняя тяжесть – у 27 (36%) и тяжелая пневмония – у 13 (17,3%) пациентов. У пациентов с легким течением заболевания отмечалось повышение температуры, кашель, першение или боль в горле, изменение обоняния, слабость. У 5 больных данной группы также отмечались боли в животе и пару эпизодов жидкого стула. Пациенты со средней тяжестью заболевания помимо кашля и повышения температуры отмечали одышку, выраженную слабость, иногда тошноту и эпизоды однократной или двукратной рвоты. Тяжелая степень заболевания протекала с выраженными признаками дыхательной недостаточности, частота дыхания превышала более 30/мин, SpO<sub>2</sub> < 90%. Ультразвуковое исследование проводилось на 2-5 сутки поступления больных в стационар, динамическое исследование проводилось по показаниям, с учетом изменения состояния пациента, с интервалом от 3 до 12 дней.

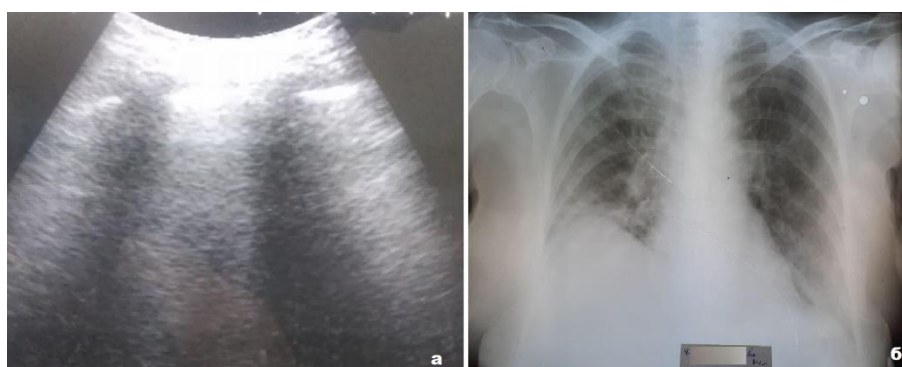


**Рис. 1.** Зоны сканирования

L1, R1 – левая и правая передне-верхняя зона; L2, R2 – левая и правая передне-нижняя зона; L3, R3 – левая и правая верхняя подмышечная зона; L4, R4 – левая и правая нижне-боковая зона; L5, R5 – левая и правая задне-верхняя зона; L6, R6 – левая и правая задне-нижняя зона



**Рис. 2.** Ультразвуковое изображение легких, а - горизонтальные А-линии в зоне R2 - сохранение нормальной воздушности легких; б - Рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция, прозрачность легочной ткани сохранена. Пациент, 38 лет, легкое течение COVID-19.

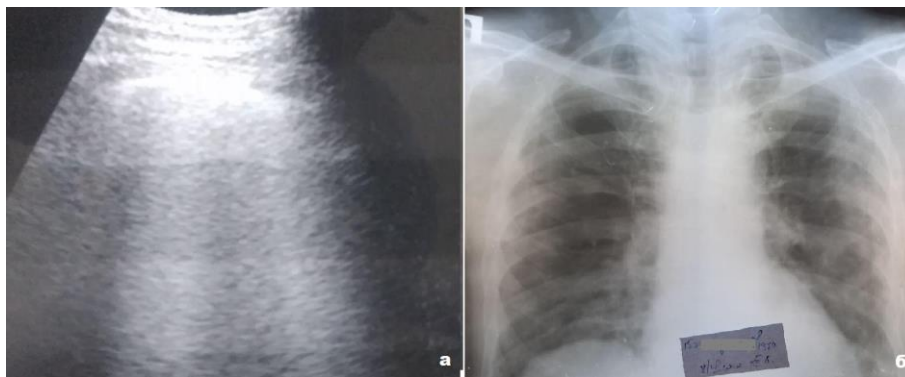


**Рис. 3.** Ультразвуковое изображение легких, а - вертикальные В-линии в зоне L4 - интерстициальный синдром; б - Рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция, признаки интерстициальной пневмонии. Пациентка, 64 лет, средней тяжести течение COVID-19.

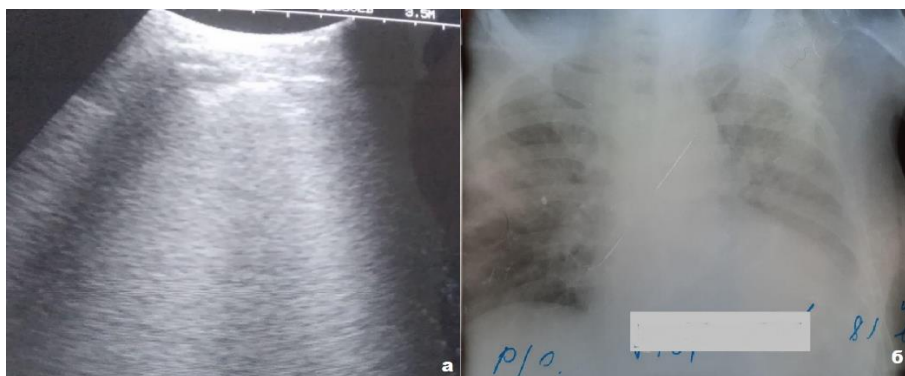
В группе больных с легким течением заболевания и у бессимптомных пациентов при ультразвуковом исследовании легких отмечалось наличие горизонтальных А-линий во всех 12 исследованных зонах, что свидетельствовало о сохранении нормальной воздушности легких (рис. 2).

У 10 из 27 больных со средней тяжестью заболевания в первые 3-7 суток, преимущественно в нижне-боковых и задне-нижних зонах сканирования грудной клетки, отмечались вертикальные В-линии, чаще симметрично с обеих сторон (рис. 3а). В данной группе максимальное число зон поражения легких составило не более 4-х зон.

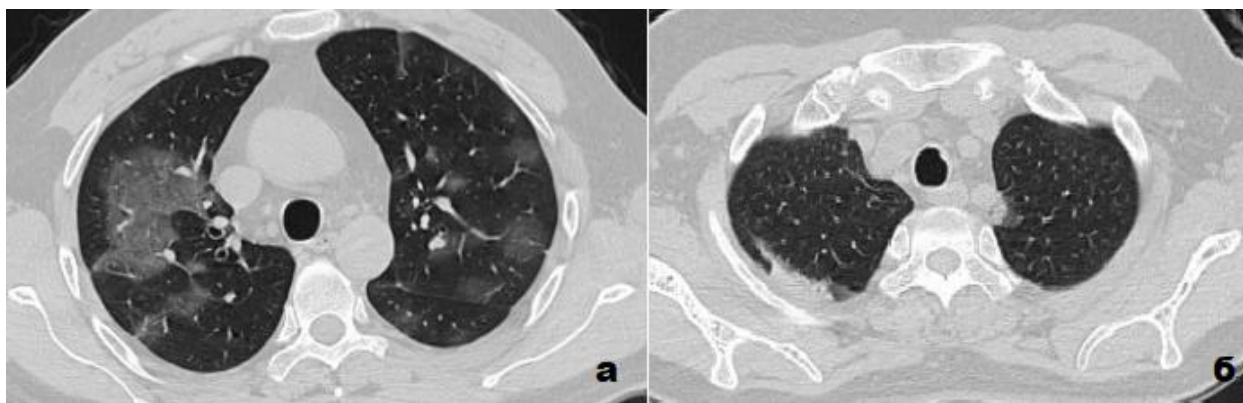
В верхних и передних зонах чаще сохранялись горизонтальные А-линии. Рентгенологически у таких пациентов отмечались признаки интерстициальной пневмонии (рис. 3 б). При положительной динамике заболевания в течении 7-14 дней, в тех зонах, где ранее визуализировались В-линии, отмечалось появление А-линий. У пациентов со средней тяжестью заболевания фокальные В-линии, в динамике в течение 3-5 дней, сливались и создавали гиперэхогенное изображение – «белое легкое» или сливные В-линии (рис. 4 а). В этой группе пациентов отмечалось увеличение числа зон поражения: от 2 зон, в начале заболевания, до 8 зон в течении 3-7 дней наблюдения.



**Рис. 4.** Ультразвуковое изображение легких, а - утолщение плевральной линии, наличие вертикальных сливных В-линий в зоне L3 - интерстициальный синдром; б - Рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция, очагово-фокусные тени без четких контуров. Пациент, 40 лет, средней тяжести течения COVID-19.



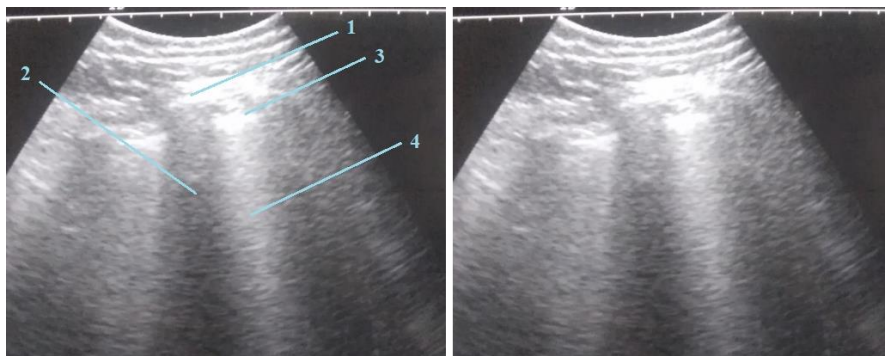
**Рис. 5.** Ультразвуковое изображение легких, а - утолщение плевральной линии, наличие вертикальных сливных В-линий по всем полям, наличие субплевральных консолидаций; б - Рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция, двусторонняя полисегментарная пневмония, консолидация; Пациент, 81 года, с крайне тяжелым течением COVID-19.



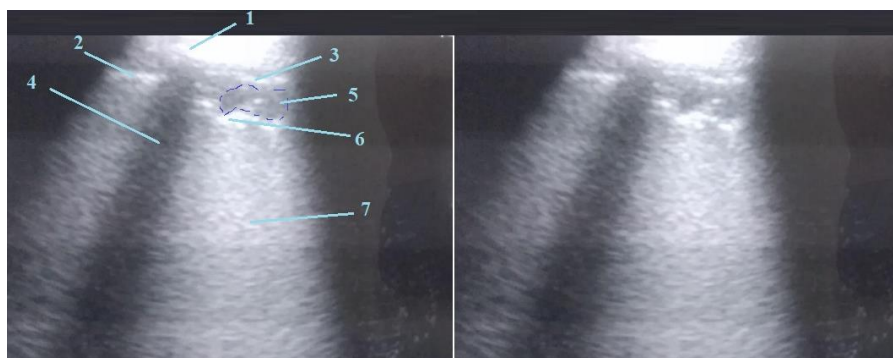
**Рис. 6.** Ложноотрицательные случаи по данным ультразвукового исследования. МСКТ органов грудной клетки, аксиальная плоскость. а-Диффузные интерстициальные изменения обоих легких с наличием множественных участков повышения плотности по типу «матового стекла» (глубокое расположение) у пациента 41 года. б-Зоны консолидации в субплевральных отделах (экранирование лопаткой) у пациентки 60 лет.

Клинически это сопровождалось ухудшением состояния пациентов. 13 больных со средней тяжестью заболевания наряду со сливными В-линиями, при ультразвуковом исследовании отмечались небольшие участки субплевральной консолидации легочной ткани. Области поражения распространялись на передне-нижние, нижне-боковые, задне-нижние и подмышечные зоны сканирования. У 20 пациентов отмечалось уплот-

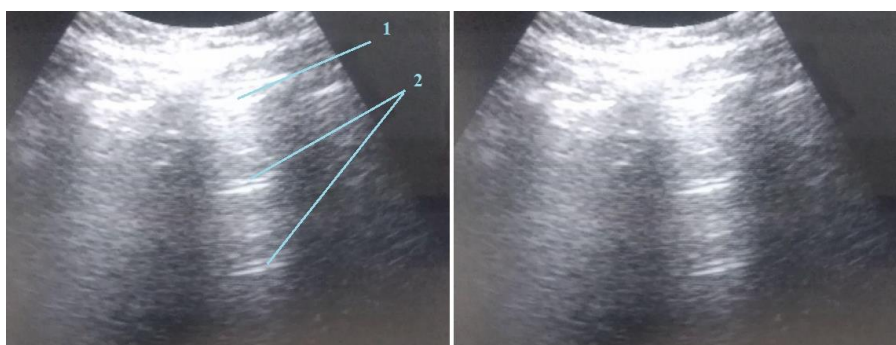
нение и утолщение плевральной линии, а в 3 случаях – выпот в грудной клетке. А-линии преимущественно сохранялись только на верхних зонах сканирования. На рентгенограммах выявлялись очагово-фокусные тени без четких контуров, расположенные преимущественно субплеврально в латеральных зонах, что соответствовало двусторонней очагово-фокусной пневмонии (рис. 4 б).



**Рис. 7.** Ультразвуковая картина легкого, интерстициальных изменений легкого при COVID-19. 1-ребро, 2-артефакт заднеакустической тени за ребром, 3-уплотненная, утолщенная плевральная линия, 4-вертикальные В-линии.



**Рис. 8.** Ультразвуковая картина легкого, участков субплевральных консолидаций при COVID-19. 1-ребро, 2-плевральная линия, 3-прерывистая, утолщенная плевральная линия над субплевральной консолидацией, 4-артефакт заднеакустической тени за ребром, 5-субплевральная консолидация, 6- рваные, прерывистые края участка консолидации, 7- сливные вертикальные В-линии.



**Рис. 9.** Ультразвуковая картина легкого, сохранение нормальной воздушности легкого. 1-плевральная линия, 2-горизонтальные А-линии (артефакты).

У 13 пациентов с тяжелым течением пневмонии при ультразвуковом исследовании отмечались сливные В-линии почти во всех зонах сканирования (рис. 5а). Наблюдалось утолщение плевральной линии, наличие консолидаций, в особо тяжелых случаях – “гепатизация” легкого с азробронхограммой. Ложноотрицательных результатов в данной группе не наблюдалось. На обзорной рентгенограмме органов грудной клетки по всем легочным полям и зонам, больше латерально и в базальных отделах, определялись очагово-фокусные тени без четких контуров, корни легких не дифференцировались. Рентгенологическая картина чаще соответствовала двусторонней

полисегментарной пневмонии, консолидации (рис. 5б).

Уплотнения легочной ткани, расположенные в субплевральных областях, при ультразвуковом исследовании выявлялись в виде вертикальных В-линий и консолидаций, что подтверждалось данными рентгенографии и МСКТ. Однако в 5 наблюдениях у больных группы со средней тяжестью заболевания при ультразвуковом исследовании были выявлены В-линии только в одном или 2-х зонах сканирования, что не коррелировало с клинико-лабораторными данными, состоянием пациента и результатами МСКТ (рис. 6). Значительные препятствия для ультразвуковой визуализации создавали костные структуры груд-

ной клетки – ключица и ребра, особенно, лопатка, которая экранировала большую площадь по задней поверхности грудной клетки.

За последнее время, в период пандемии коронавируса, накоплен достаточно большой опыт применения ультразвукового метода в исследовании легких [6,7,11]. При соблюдении методики исследования, наличии подготовленного врачебного персонала, ультразвуковой метод исследования легких отличается высокой чувствительностью в выявлении субплевральных интерстициальных изменений и консолидаций в легочной ткани [3]. К несомненным достоинствам ультразвукового исследования легких, в условиях пандемии, относится возможность проведения исследования у кровати пациента на амбулаторном этапе, в машине «скорой помощи», в приемном отделении или в реанимации. Отсутствие лучевой нагрузки при проведении исследования легких является также несомненным плюсом, особенно при необходимости обследования беременных женщин и детей [7]. По мнению многих авторов простота в использовании, неинвазивность, отсутствие ионизирующего излучения, минимизация риска заражения медицинского персонала позволяют использовать ультразвуковое исследование как метод первого диагностического ряда, для принятия клиницистом взвешенных, быстрых диагностических и лечебных решений. В условиях пандемии и массового поступления больных, ультразвуковой метод легких занимает свою диагностическую нишу, помогая сохранить человеческий ресурс и сыграть ключевую роль в клинической практике [6].

В наших исследованиях вирусные пневмонии COVID-19 при ультразвуковом исследовании проявлялись отсутствием А-линий в зоне поражения, появлением В-линий, а также уплотнением плевральной линии (рис.7). Эти изменения соответствовали интерстициальному синдрому, а при компьютерной томографии проявлялись участками «матового стекла». При прогрессировании поражения и появлении участков консолидации легкого с локализацией участков поражения в субплевральных областях, ультразвуковое исследование выявляло участки консолидации именно в субплевральных областях в виде гипоехогенных структур, с рваными уплотненными гиперэхогенными контурами (рис.8). Более глубокие поражения легкого для ультразвуковой визуализации были недоступны. При разрешении воспалительного процесса, в ранее зарегистрированных зонах проявления вертикальных В-линий, постепенно восстанавливались горизонтальные А-линии (рис. 9).

Ограничениями ультразвукового метода являются, то что с помощью ультразвукового исследования легких нельзя поставить или исклю-

чить диагноз “COVID-19”. Данные ультразвукового исследования легких не позволяют однозначно определить причину возникновения и действительную распространенность изменений в легочной ткани [3]. Результаты исследования зависят от подготовленности и навыков специалиста и наличия/отсутствия избыточного подкожного жирового слоя у пациента. Также недоступны области легких прикрытых лопатками, ребрами и грудиной [9].

Если сравнить возможности использования других лучевых методов диагностики, то каждый из них имеет свои преимущества и ограничения, что определяет их место в протоколе исследования пациентов с COVID-19. Стандартная обзорная рентгенография грудной клетки имеет низкую чувствительность в выявлении начальных изменений в первые дни заболевания и не может применяться для ранней диагностики. Информативность рентгенографии повышается с увеличением длительности течения пневмонии. Метод отмечается высокой доступностью, с возможностью применения передвижных (палатных) аппаратов в отделениях реанимации и интенсивной терапии [5]. Компьютерная томография имеет максимальную чувствительность в выявлении изменений в легких, характерных для COVID-19 пневмоний. Применение метода целесообразно как для первичной оценки органов грудной клетки у пациентов с тяжелыми и прогрессирующими формами заболевания, так и для оценки динамики процесса [8]. В некоторых случаях при использовании компьютерной томографии можно выявить характерные изменения в легких у пациентов с COVID-19 еще до появления положительных лабораторных ПЦР-тестов. У значительного числа пациентов, инфицированных вирусом, но протекающих без клинических проявлений или у больных с легким течением заболевания, при компьютерной томографии легких выявляются характерные для вирусной пневмонии признаки. Таким пациентам не требуется госпитализация и результаты компьютерной томографии, в этих случаях, не влияют на тактику лечения и прогноз заболевания. Поэтому массовое применение метода для скрининга асимптомных и легких форм болезни не рекомендуется [5]. Ограничениями компьютерной томографии являются меньшая доступность технологии в отдельных медицинских учреждениях, городах и регионах. Имеются ограничения применения метода также у тяжелых пациентов, находящихся на искусственной вентиляции легких [5, 14].

**Заключение.** Таким образом, ультразвуковой метод имеет свои ограничения в использовании и не может рассматриваться как альтернатива компьютерной томографии или рентгенографии. В условиях пандемии COVID-19, при увеличении

потока больных и массового поступления пациентов в лечебные учреждения, ультразвуковое исследование может быть использовано для скринингового обследования легких, при необходимости, с последующим применением рентгенографии или компьютерной томографии. Также метод может быть применен у пациентов с положительными результатами компьютерной томографии для выявления динамики изменений.

#### Литература:

1. <https://www.arcgis.com/apps/opstdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
2. Баклашев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А., Лесняк В.Н., Юсубалиева Г.М., Сотникова А.Г. COVID-19. Этиология, патогенез, диагностика и лечение. Клиническая практика. 2020;11(1):7–20.
3. Митьков В.В., Сафонов Д. В., Митькова М.Д., Алехин М.Н., Катрич А.Н., Кабин Ю.В. и др. Консенсусное заявление РАСУДМ об ультразвуковом исследовании легких в условиях пандемии COVID-19 (версия 2). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020; 1: 46-77.
4. Неклюдова Г.В., Авдеев С.Н. Ультразвуковое исследование легких: возможности диагностики повреждения легких, ассоциированного с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Пульмонология. 2020; 30 (5): 577–586.
5. Синицын В.Е., Тюрин И.Е., Митьков В.В. Временные согласительные методические рекомендации Российского общества рентгенологов и радиологов (РОПР) и Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) «Методы лучевой диагностики пневмонии при новой коронавирусной инфекции COVID-19» (версия 2). Вестник рентгенологии и радиологии. Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2020; 101 (2):72–89.
6. Старостин Д.О., Кузовлев А.Н. Роль ультразвукового исследования легких при COVID-19. Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2020; 17 (4): 23-30.
7. Строкова Л.А., Егоров Е.Ю. Опыт проведения ультразвукового исследования легких при внебольничной пневмонии COVID-19 // Лучевая диагностика и терапия. 2020; 11 (2): 99-106.
8. Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А. COVID-19: первые результаты лучевой диагностики в ответе на новый вызов. REJR 2020; 10 (1):8-15.
9. Фазилов А.А., Нормурадова Н.М., Алимарданов О.Р. Опыт применения ультразвукового метода в диагностике

пневмонии, обусловленной SARSCoV-2. REJR 2020; 10(4):36-46. doi:10.21569/2222-7415-2020-10-4-36-46.

10. Abramowicz J.S., Basseal J. Заявление о позиции WFUMB: как безопасно проводить ультразвуковое исследование и обеззараживать ультразвуковое оборудование в условиях COVID-19 (перевод на русский язык). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020;1:12–23.
11. Dacrema A., Silva M., Rovero L., Vertemati V., Losi G., Piepoli M. F., et al. A simple lung ultrasound protocol for the screening of COVID-19 pneumonia in the emergency department. Internal and Emergency Medicine. 2021. doi:10.1007/s11739-020-02596-6
12. Poggiali E., Dacrema A., Bastoni D. et al. Can lung US help critical care clinicians in the early diagnosis of novel coronavirus (COVID-19) pneumonia? Radiology. 2020; (3): 295.
13. Sahu A.K., Dhar A., Aggarwal B. Radiographic features of COVID-19 infection at presentation and significance of chest X-ray: Early experience from a super-specialty hospital in India. Indian Journal of Radiology and Imaging. 2021; 31 (5): 128-133.
14. Sofia S., Boccatonda A., Montanari M., Spampinato M., D'ardes D., Cocco G. et al. Thoracic ultrasound and SARS COVID-19: a pictorial essay. Journal of Ultrasound. 2020; 23:217-221.
15. Soldati G., Smargiassi A., Inchingolo R., Buonsenso D., Perrone T., Briganti D. F. et al. Proposal for international standardization of the use of lung ultrasound for COVID-19 patients; a simple, quantitative, reproducible method. J Ultrasound Med. 2020; 39:1413–1419.

#### ТЕХНОЛОГИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В СКРИНИНГЕ И КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПНЕВМОНИИ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ COVID -19

Фазилов А.А., Нормурадова Н.М., Алимарданов О.Р.

**Резюме.** В статье представлен материал использования ультразвукового метода в исследовании легких у 75 пациентов, с подтвержденным диагнозом COVID-19. Технология ультразвукового исследования легких предусматривала последовательную оценку А-линий в 12 условных областях грудной клетки. Преимуществами метода явились доступность, отсутствие лучевой нагрузки, возможность повторных исследований, что немаловажно в условиях карантина, у постели пациента. Ограничениями метода явились отсутствие возможности поставить или исключить диагноз “COVID-19” и оценить распространенность изменений в легочной ткани.

**Ключевые слова:** COVID-19, пневмония, ультразвуковая диагностика легких.