

УДК 612.2

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.3.4>

Брезицька Дануся Михайлівна,
лікар-інфекціоніст, аспірантка
ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва НАМНУ»

Мамонов Олександр Сергійович,
лікар УЗД, здобувач ступеня магістра за ОП «Громадське здоров'я»
Національного університету «Острозька академія»
ORCID: <https://0009-0002-0749-5213>

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ОБСТЕЖЕННЯ В ДІАГНОСТИЦІ НЕГОСПІТАЛЬНИХ ПНЕВМОНІЙ ДО ТА ПІД ЧАС ПАНДЕМІЇ COVID-19

Актуальність. Рання і точна діагностика негоспітальної пневмонії (НП) має вирішальне значення для ефективного лікування та профілактики ускладнень. Традиційним методом діагностики НП є рентгенографія грудної клітки (РГК). Однак РГК має обмеження, як-от низька чутливість у виявленні невеликих або периферичних інфільтратів та вплив іонізуючого випромінювання. Натомість метод УЗД легень дозволяє виявити невеликі та периферичні ураження легень з вищою чутливістю, ніж РГК, до того ж УЗД є швидким та безпечним методом.

Мета роботи – визначити цінності, достовірності та важливості УЗД легень для діагностики негоспітальної пневмонії.

Матеріали та методи. У дослідженні використано метод УЗД, системно-аналітичний метод аналізу (для вивчення наукових, методичних, аналітичних документів, а саме статей, наукових досліджень, метааналізів), а також застосовувались статистичний, описовий, графічний методи та метод математичного аналізу.

Результати дослідження. Чутливість УЗД в діагностиці негоспітальної пневмонії (до пандемії COVID-19) коливається від 83% до 95%, що є дуже хорошим показником. Середня чутливість УЗД для діагностики пневмонії – 90,67%. Середня специфічність УЗД для діагностики НП – 91,33%.

Зведені дані метааналізів під час пандемії COVID-19 показали, що УЗД має високу чутливість 90% і помірно низьку специфічність 70,6% для діагностики пневмонії, спричиненої COVID-19, як порівняти з КТ ОГК. Таким чином, УЗД має високу чутливість для визначення істинно позитивних результатів (90%) і низьку частоту хибнонегативних результатів порівняно з КТ.

У процесі УЗД-обстежень під час поліклінічного прийому ми встановили, що в 55,4% пацієнтів візуалізувалися плевро-легеневі зміни, серед них – УЗ-ознаки вірусної пневмонії з різним ступенем тяжкості мали 32% пацієнтів. У 41,2% патологій виявлено не було.

Висновки. Обстеження за допомогою УЗД забезпечує хороши результат у досягненні діагностичних, прогностичних та терапевтичних цілей. УЗД є чудовим інструментом у місці надання медичної допомоги, може допомогти в ранній діагностиці, прийнятті терапевтичних рішень і подальшому моніторингу пневмонії, особливо в умовах інтенсивної терапії та у вагітних жінок, дітей і пацієнтів у районах з високим рівнем передання інфекції. УЗД легень може зменшити використання рентгенологічних засобів діагностичної візуалізації. За допомогою УЗД можна визначити ступінь ураження легень при негоспітальній пневмонії (зокрема, при SARS-CoV-2, асоційованій НП) тачасно почати лікування.

Ключові слова: УЗД легень, негоспітальна пневмонія, COVID-19.

Brezytska D. M., Mamonov O. S. FEATURES OF THE USE OF ULTRASOUND EXAMINATION IN THE DIAGNOSIS OF COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA BEFORE AND DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Relevance. Early and accurate diagnosis of community-acquired pneumonia (CAP) is crucial for effective treatment and prevention of complications. The traditional method of diagnosing CAP is chest radiography (CXR). However, chest X-rays have limitations such as low sensitivity in detecting small or peripheral infiltrates and exposure to ionising radiation. In contrast, lung ultrasound can detect small and peripheral lung lesions with higher sensitivity than CXR and is a quick and safe method.

The purpose of this study is to determine the value, reliability and importance of lung ultrasound for the diagnosis of CAP.

Materials and methods. The method of ultrasonography, systematic and analytical method of analysis (for the study of scientific, methodological and analytical documents, namely: articles, research and meta-analyses), as well as statistical, descriptive, graphical methods and the method of mathematical analysis, were used.

Results. The sensitivity of ultrasound in the diagnosis of community-acquired pneumonia (before the COVID-19 pandemic) ranged from 83% to 95%, which is a very good indicator. Average sensitivity of ultrasound for the diagnosis of pneumonia: 90.67%. The average specificity of ultrasound for the diagnosis of CAP is 91.33%.

Pooled data from meta-analyses during the COVID-19 pandemic showed that ultrasound has a high sensitivity of 90% and a moderately low specificity of 70.6% for the diagnosis of COVID-19 pneumonia compared to CT chest. Thus, ultrasound has a high sensitivity for true positives (90%) and a low false-negative rate compared to CT.

When performing ultrasound examinations during an outpatient visit, we found that 55.4% of patients had pleuropulmonary changes, including 32% of patients with ultrasound signs of viral pneumonia with varying degrees of severity. No pathology was detected in 41.2% of patients.

Conclusions. *Ultrasound examination provides a good result in achieving diagnostic, prognostic and therapeutic goals. Ultrasound is an excellent tool at the point of care and can help in early diagnosis, therapeutic decision-making and follow-up monitoring of pneumonia, especially in intensive care and in pregnant women, children and patients in areas with high rates of infection transmission. Ultrasonography of the lungs can reduce the use of radiological diagnostic imaging. Ultrasonography can determine the extent of lung involvement in CAP (including SARS-CoV-2-associated CAP) and allow for timely treatment.*

Key words: *Lung ultrasound (LUS), community-acquired pneumonia (CAP), COVID-19.*

Вступ. Негоспітальна пневмонія завжди входила до найбільш актуальних захворювань у медичній сфері через високу кількість ускладнень і смертності [1]. Традиційний метод діагностики НП – рентгенографія грудної клітки (РГК), яка є широко доступною і відносно недорогою. Однак РГК має обмеження, як-от низька чутливість у виявленні невеликих або периферичних інфільтратів та вплив іонізуючого випромінювання. КТ органів грудної клітини є золотим стандартом діагностики НП, проте цей метод не загальнодоступний і у зв'язку з рентгеновським опроміненням має обмеження щодо використання в дітей і вагітних жінок та повторюваності для динамічного спостереження.

Останніми роками ультразвук став перспективним методом візуалізації для діагностики НП. Проте протягом багатьох років метод УЗД легень недооцінювався, а в професійних колах переважала думка, що здійснювати його неможливо.

Під час пандемії COVID-19 зросло навантаження на заклади охорони здоров'я, на комп'ютерні томографи, які є складними та вартісними медичними приладами, тому й виникла потреба в нових чутливих та безпечних діагностичних інструментах для визначення важкості стану пацієнта, сортування та динаміки перебігу захворювання.

Тому велику кількість досліджень на тему УЗД легень присвячено оцінці пневмонії та визначенню специфічних ознак, які дозволили б провести диференційну діагностику захворювань легень, а також прийняттю терапевтичних рішень і подальшому моніторингу пневмонії COVID-19, особливо в умовах інтенсивної терапії та у вагітних жінок, дітей і пацієнтів у районах з високим рівнем передання інфекції.

Мета та завдання – визначити цінність, достовірність та важливість УЗД легень для діагностики негоспітальної пневмонії.

Об'єктом дослідження є виявлення легеневих патологій за допомогою методу УЗД, як-от

інтерстиційні зміни легень, зони альвеолярної консолідації, плевральний випіт.

Предметом дослідження при УЗД легень є анатомія, фізіологія та патологічні зміни легень і плеври, наукові дослідження та метааналізи з теми УЗД легень до й під час пандемії COVID-19.

Матеріали та методи.

1. У дослідженні ми використовували статистичний, описовий, аналітичний методи для вивчення наукових, методичних, аналітичних документів.

2. Вибірка містила кожного четвертого пацієнта з масиву 2000 пацієнтів з підозрою на пневмонію, спричинену інфекцією SARS-CoV-2, та іншими проявами легеневих захворювань, які звернулися за направленням лікаря чи самозверненням у кабінет УЗД в режимі поліклінічного прийому у 2021 році.

3. Обстеження проводилося на УЗ-апараті експертного класу General Electric logiq E9, виробництва США, 2015 р., з використанням конвексного датчика GE C1-6-D, який має діапазон частот 1,5 МГц. – 6,0 МГц та лінійного датчика GE 9L-D, який має діапазон частот 2,4 МГц. – 10,0 МГц.

Результати дослідження.

Становлення методу УЗД легень та плевральних порожнин. Розвиток та становлення методу УЗД в діагностиці захворювань легень розпочалося лише в 90-х роках ХХ ст., коли з'явилися перші публікації про можливість УЗД в діагностиці легень [2; 3; 4; 5; 6]. У 1994 р. Targetta R. вперше описав наявність В-ліній в уражених легенях [7]. Проте саме D. Lichtenstein, французький фахівець з інтенсивної терапії, вперше встановив дві основні причини виникнення В-ліній, порівнюючи результати УЗД з даними КТ ОГК [8]. Дані КТ показали, що В-лінії корелюють з потовщенням субплевральних міжлобулярних перегородок при інтерстиційному набряку легень, а також з фіброзним потовщенням при фіброзі легень. Так зародилася сучасна ера УЗД легень.

У 2004 році D Lichtenstein та співавтори провели проспективне дослідження для порівняння діагностичної точності аускультатії, РГК та УЗД легень із КТ ОГК [9], результати якого представлені в таблиці 1.

Дослідниками зроблено висновки, що УЗД легень є високочутливим, специфічним і відтворюваним методом для діагностики основних патологічних захворювань легень у пацієнтів із ГРДС і може вважатися розумною альтернативою РГК та КТ ОГК.

Завдяки широкій доступності УЗД-апаратів разом із постійним покращенням роздільної здатності зображення, портативністю та легкістю розміщення цих апаратів біля ліжка пацієнта та в процедурних кабінетах використання УЗД при захворюваннях грудної клітки, особливо легень, суттєво розширилося. У багатьох публікаціях та дослідженнях було показано, що детальне та розширене обстеження за допомогою УЗД забезпечує хороший результат у досягненні діагностичних, прогностичних та терапевтичних цілей.

У березні 2012 року відбулася міжнародна конференція з УЗД легень (ICC-LUS) [10], на якій затверджено «**Міжнародні доказові рекомендації з УЗД легень біля ліжка хворого**». Цей документ відображає результати першої консенсусної конференції з УЗД легень у місці надання медичної допомоги. Експерти, які опублікували більшість робіт з клінічного використання УЗД легень за останні 20 років, розробили 73 та консенсусно прийняли 65 рекомендацій, що стосуються впровадження, розвитку та стандартизації УЗД легень у всьому світі відповідно до певних умов. Основними станами та патологіями, за яких рекомендовано проводити УЗД легень та плевральних порожнин, є пневмоторакс, інтерстиційний син-

дром, альвеолярна консолидація та плевральний випіт. Це перший документ, який містить доказові рекомендації щодо клінічного застосування УЗД легень у місцях надання медичної допомоги. Правильне використання приліжкової УЗД легень має переваги з точки зору відсутності променевого навантаження та затримки або навіть уникнення потреби в транспортуванні до радіологічного відділення. Крім того, УЗД легень дозволяє лікарю прийняти правильне рішення для невідкладної допомоги в екстремальних умовах.

Цей документ розроблено для того, щоб керувати впровадженням, розвитком і навчанням з використання УЗД легень у всіх відповідних ситуаціях; він також слугуватиме основою для подальших досліджень і впливатиме на вдосконалення відповідних стандартів надання медичної допомоги.

Використання УЗД легень є безпечним та неінвазивним методом діагностики, який може забезпечити швидке та точне виявлення патології легень та плевральних порожнин. Рекомендації, які були затверджені на конференції ICC-LUS, мають значну вагу для клінічної практики та є важливим кроком у стандартизації та покращенні діагностики й лікування легеневих захворювань у всьому світі. Відповідне навчання та підготовка медичного персоналу стануть ключовими чинниками для успішної реалізації цих рекомендацій та використання УЗД легень як важливого методу діагностики й моніторингу легеневих захворювань.

Застосування УЗД в оцінці різних плевролегеневих порушень. Одними з найбільш важливих і визнаних застосувань УЗД у клінічній практиці є виявлення і характеристика плевральних випотів та проведення торакоцентезу під контролем УЗД [11]. Рутинне використання УЗД для

Таблиця 1

Порівняння діагностичної точності аускультатії, РГК та УЗД легень із торакальною КТ

Показник	Аускультатія,%	РГК,%	УЗД,%
Плевральний випіт			
Чутливість	42	39	92
Специфічність	90	85	93
Діагностична точність	61	47	93
Альвеолярна консолидація			
Чутливість	8	68	93
Специфічність	100	95	100
Діагностична точність	36	75	97
Інтерстиційні зміни			
Чутливість	34	60	98
Специфічність	90	100	88
Діагностична точність	55	72	95

оцінки плеврального випоту до та під час виконання торакоцентезу продемонструвало значне зниження частоти ускладнень, пов'язаних з процедурою [12]. Історичні дані свідчать про 0,5% випадків пневмотораксу при виконанні торакоцентезу під контролем УЗД, порівняно з поширеністю від 7% до 15%, коли УЗД не використовувалась [13]. Нарешті, УЗД є цінною методикою для проведення черезшкірної трансторакальної голкової біопсії з частотою ускладнень <0,5% [14].

В останні два десятиліття метод УЗД легень широко вивчався і привернув увагу за іншими спеціальностями, включно з екстреною медициною [15; 16], реанімаційною терапією [17] та госпітальною медициною [18]. УЗД зараз широко використовується в цих сферах для оцінки пневмотораксу і кардіогенного набряку легень і підтверджується високоякісними доказами [19].

Тим часом застосування методу УЗД в оцінці пневмонії у дорослих і педіатричних пацієнтів все частіше вивчається протягом останнього десятиліття. Daniele De Luca, et al. у 2020 р. розробили **Міжнародні науково обґрунтовані рекомендації з УЗД Point of Care Ultrasound (POCUS) для критично хворих новонароджених та дітей**, видані робочою групою POCUS Європейського товариства дитячої та неонатальної інтенсивної терапії (ESPNIC) [20], де надали 16 рекомендацій щодо показань, обмежень, технічних аспектів, критеріїв якості, навчання та сертифікації, документації та звітності, етичних питань та майбутніх напрямів досліджень УЗД у педіатричній та неонатальній інтенсивній терапії. У настанові особливо підкреслюється, що УЗД мають виконувати підготовлені і сертифіковані фахівці відповідно до стандартизованих протоколів і критеріїв якості, а також вона має інтегруватися з клінічними даними та іншими методами візуалізації.

У 2022 р. Libertario Demi PhD та співавтори провели конференцію «**Нові міжнародні рекомендації та консенсус щодо використання ультразвукового дослідження легень**» [21]. Загалом результати конференції надають вичерпні та сучасні рекомендації для клініцистів та сонографів щодо використання УЗД легень у клінічній практиці з метою покращення діагностики та результатів лікування в галузі респіраторної медицини.

В епоху коронавірусної хвороби (COVID-19) метод УЗД легень привернув ще більшу увагу [22, 23].

Огляд метааналізів з теми УЗД легень при НП до пандемії COVID-19

Негоспітальна пневмонія (НП) – поширене інфекційне захворювання, від якого щороку страж-

дають мільйони людей у всьому світі. НП може бути викликана різними збудниками, включно з бактеріями, вірусами та грибами [24]. Метод УЗД легень є швидким та легкодоступним, що уможливує своєчасну діагностику та лікування НП.

У дослідженні ми здійснили огляд метааналізів:

1. Chavez M. A. et al. (2014) «Ультразвукове дослідження легень для діагностики пневмонії у дорослих: систематичний огляд та метааналіз» [25].

2. Ling Long, MD, Hao-Tian Zhao, MD et al. (2017) «Ультразвукове дослідження легень для діагностики пневмонії у дорослих: метааналіз» [26].

3. Balk D. S. et al. (2018) «Ультразвукове дослідження легень порівняно з рентгенологічним дослідженням грудної клітки для діагностики дитячої пневмонії: метааналіз» [27].

4. Jun-Hong Yanat et al. (2020) «УЗД легень проти рентгенографії грудної клітки в діагностиці пневмонії у дітей. Систематичні докази» [28].

5. Xueyan Yuan, Ling Liu, Wei Chang et al. (2021) «Точність ультразвукового дослідження легень для діагностики гострої дихальної недостатності (ГДН) в критично хворих пацієнтів: Систематичний огляд та метааналіз» [29].

6. Lu X et al. 2022р. «Діагностична точність ультрасонографії легень при пневмонії у дітей: метааналіз» [30].

Середні значення за даними метааналізів та їх інтерпретація. За допомогою таблиці з метааналізами можна отримати узагальнювальні статистичні дані, які дозволяють оцінити ефективність застосування методу УЗД для діагностики пневмонії.

– **Загальна кількість пацієнтів**, залучених у дослідження, – 8889.

– **Чутливість** – цей показник показує відсоток пацієнтів з пневмонією, у яких тест був позитивним. У таблиці можна побачити, що чутливість УЗД у різних дослідженнях коливається від 83% до 95%, що є дуже хорошим показником. Середня чутливість УЗД для діагностики пневмонії – 90,67% (Рис. 1).

– **Специфічність** показує, наскільки точно метод УЗД визначає відсутність пневмонії в пацієнтів. Середня специфічність УЗД для діагностики пневмонії становить 91,33% (Рис. 1).

– **Відношення правдоподібності (likelihood ratios (LR)).** Середній LR+ 14,48 означає, що при позитивному результаті на пневмонію за допомогою ультразвуку існує в 14,48 рази вищий шанс, що в пацієнта справді є пневмонія, ніж у випадку негативного тесту. Середній LR- = 0,121 показує, що в разі негативного УЗД-результату ймовірність того, що пацієнт має НП, становить 12,1%.

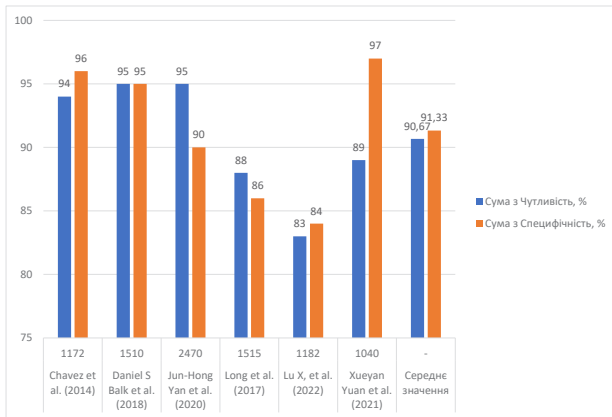


Рис. 1

Порівняння значень чутливості та специфічності використання методу УЗД легень згідно з даними метааналізів для НП до пандемії COVID-19



Рис. 2

Порівняння значень чутливості та специфічності використання методу УЗД легень згідно з даними метааналізів для НП під час пандемії COVID-19

Таблиця 2

Результати даних метааналізів з теми методу УЗД плевро-легеневої патології

Дослідження	Кількість пацієнтів	Чутливість, %	Специфічність, %	LR+	LR-	DOR	AU ROC
Chavez et al. (2014)	1172	94	96	16,8	0,07	376	0,99
Long et al. (2017)	1515	88	86	5,37	0,13	65,46	0,95
Daniel S Balk et al. (2018)	1510	95	95	20,37	0,047	432	0,95
Jun-Hong Yan et al. (2020)	2470	95	90	9,5	0,06	137,5	0,98
Xueyan Yuan et al. (2021)	1040	89	97	29,67	0,114	260,26	0,98
Lu X, et al. (2022)	1182	83	84	5,19	0,202	25,69	0,84
Середнє значення	-	90,67	91,33	14,48	0,121	273,49	0,95

Таблиця 3

Результати даних метааналізів методу УЗД легень при COVID-19

Дослідження	Кількість пацієнтів	Чутливість, %	Специфічність, %	LR+	LR-	DOR	AU ROC
Mengshu Wang at all (2021)	531	96	80	4,8	0,05	37,41	0,94
Ashley Matthies et al. (2021)	4314	87,2	69,5	3,0	0,16	18,75	0,61
Reem Jari et al. (2022)	2105	86,9	62,4	2,4	0,05	12,8	0,71
Середнє значення	-	90,033	70,63	3,4	0,09	22,99	0,83

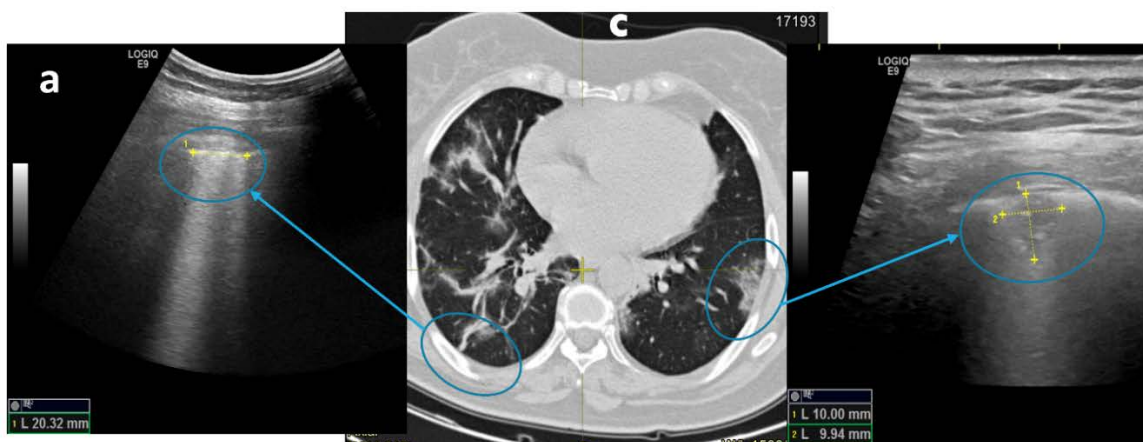


Рис. 3

Порівняння зображення УЗД (a, b) та КТ (c) з підтвердженою вірусною пневмонією COVID-19.
 а – множинні фокальні зливні В-лінії, які відходять безпосередньо від плевральної лінії;
 б – невелика субплевральна ділянка альвеолярної консолідації на фоні зливних В-ліній;
 с – негомогенні інтерстиціальні зміни, симптом «матового скла», ділянка консолідації при КТ.

– **AU ROC** є важливим показником точності тестування загалом. Цей показник вимірює здатність тесту розрізнити пацієнтів з хворобою і тих, у кого її немає. Середня AUROC для УЗД пневмонії – 0,95. Значення AUROC може бути в діапазоні від 0 до 1, де 1 означає ідеальну точність тестування, а 0,5 – випадковий вибір. Зазвичай, значення AU ROC більше ніж 0,8 вважається добрим, а значення більше ніж 0,9 – відмінним.

Огляд метааналізів з теми УЗД легень при COVID-19

Спостерігаючи за особливостями перебігу коронавірусної хвороби, лікарі звернули увагу на те, що клінічні симптоми в пацієнтів досить різняться, а найсуттєвішою проблемою при COVID-19 є формування ускладнень, розвиток яких призводить до передчасної смерті інфікованих. Найчастішим ускладненням коронавірусної хвороби визнано ураження легеневої тканини, яке сьогодні трактується як «негоспітальна пневмонія» S-CoV-2, що може призводити до розвитку ГРДС та приєднання бактеріальної ко-інфекції [31].

У дослідженні ми щдійснили огляд метааналізів:

1. Mengshu Wang et al. (2021) «Порівняння ультразвукового дослідження легень та КТ у діагностиці пацієнтів із COVID-19: систематичний огляд та метааналіз» [32].

2. Ashley Matthies et al. (2021) «Діагностична точність ультразвуку легень на місці надання медичної допомоги для COVID-19: систематичний огляд та метааналіз» [33].

3. Reem Jari et al. «Діагностична ефективність ультразвукового дослідження легень для виявлення COVID-19 у відділеннях невідкладної допомоги: систематичний огляд і метааналіз» [34].

Інтерпретація та аналіз статистичних даних, поданих у таблиці 3

Загальна кількість пацієнтів, залучених у ці дослідження, – 6950.

Зведені дані метааналізів показали, що УЗД має високу чутливість 90% і помірно низьку специфічність 70,6% для діагностики пневмонії, спричиненої COVID-19, як порівняти з КТ ОГК. Таким чином, УЗД має високу чутливість для визначення істинно позитивних результатів (90%) і низьку частоту хибнонегативних результатів, як порівняти з КТ. На відміну від цього низька специфічність УЗД може призвести до помірної частоти хибнопозитивних результатів. Об'єднаний показник LR+ 3,4 вказує на те, що пацієнти з COVID-19 мають втричі більший шанс отримати позитивний результат УЗД при пневмонії COVID-19, порівнюючи з пацієнтами, які не хворіють на COVID-19. Об'єднаний LR- 0,09 показує, що при

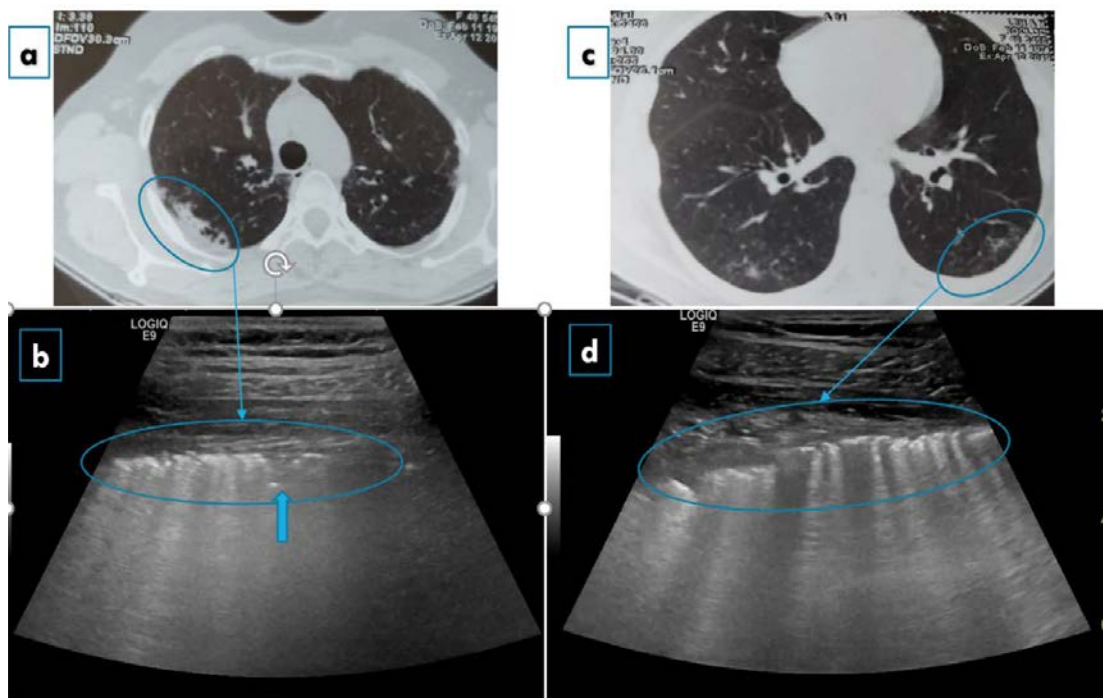


Рис. 4

Порівняння зображення УЗД (b, d) та КТ (a, c) з підтвердженими пневмофіброзними змінами.
a, b – множинні фокальні В-лінії, нерівна та потовщена плевральна лінія з множинними субплевральними вузликотподібними ділянками (стрілка);
c, d – множинні окремі В-лінії, нерівна та потовщена плевральна лінія.

негативному УЗД-результаті ймовірність того, що пацієнт має пневмонію COVID-19, становить 9%. DOR 22,99 та AU ROC AUC 0,83% вказують на помірний рівень загальної точності УЗД для діагностики COVID-19.

Низьку специфічність можна пояснити тим, що ознаки COVID-19, як правило, нехарактерні й можуть бути виявлені при інших патологіях, як-от набряк легень, легеневий фіброз та ін. Крім того, В-лінії можуть бути виявлені в здорових пацієнтів залежно від віку. У цьому разі розподіл В-ліній може допомогти диференціювати захворювання. Загалом, множинні В-лінії дифузно розподілені в пацієнтів з кардіогенним набряком легень, гострим респіраторним дистрес-синдромом ГРДС [35].

Результати обстеження пацієнтів під час епідемії COVID-19

У пацієнтів з вірусною пневмонією зазвичай спостерігаються множинні В-лінії, які відходять безпосередньо від плевральної лінії та розташовуються фокально, мультифокально або плямисто (симптом «матового скла» при КТ), або навколо ділянок консолидації [36] (Рис. 3). При пневмофіброзних змінах зазвичай спостерігаються виражена нерівність плевральної лінії за рахунок дрібних вузликopodobних ехонегативних ділянок, від яких відходять В-лінії (Рис. 4).

Постановка сонографічного (попереднього) діагнозу пневмофіброзні зміни та вірусна пневмонія потребує додаткових клініко-лабораторних даних,

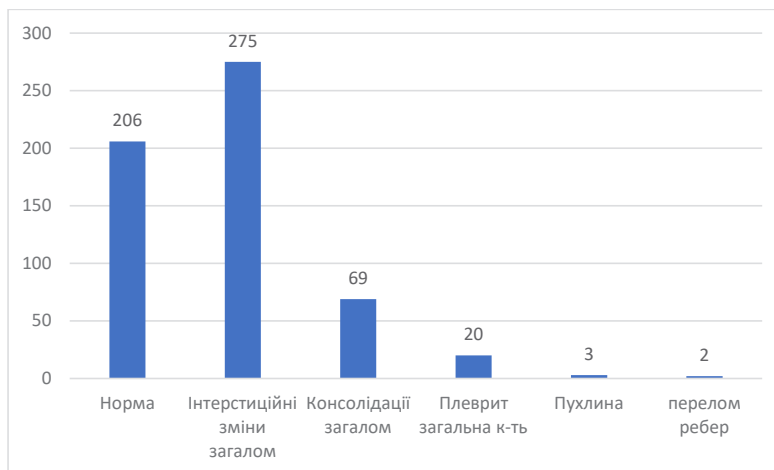


Рис. 5
Розподілення сонографічних (попередніх) діагнозів за частотою у вибірці з 500 обстежених пацієнтів

Таблиця 4

Результати обстежень та сонографічні (попередні) діагнози, які були встановлені при виконанні УЗД легень

Сонографічний (попередній) діагноз	Кількість
Норма	206
Інтерстиційні зміни загалом	277
Вірусна пневмонія	160
Пневмофіброзні зміни	109
Інтерстиційні зміни кардіогенного походження	5
Невизначені інтерстиційні зміни	3
Консолідації загалом	69
Консолідації при бактерійній пневмонії	10
Консолідації при вірусній пневмонії	59
Плеврит, загальна к-ть	20
Плеврит при вірусній пневмонії	15
Плеврит при бактерійній пневмонії	2
Плеврит іншого походження	3
Пухлини	3
Перелом ребер	2

які були надані пацієнтами в процесі обстеження чи опитування, оскільки інтерстиційні зміни неспецифічні та можуть виявлятися при низці захворювань.

УЗД-обстеження ми проводили у 2021 р. під час пандемії COVID-19 пацієнтам з підозрою на пневмонію, спричинену інфекцією SARS-CoV-2, та іншими проявами плевролегеневих захворювань. Загальна вибірка становила 500 пацієнтів, з яких у 206 (41,2%) ехопатології виявлено не було. Загальна кількість пацієнтів, у яких виявлено інтерстиційні зміни, становила 277 (55,4%), з них УЗ-ознаки вірусної пневмонії мали 160 (32% від загальної кількості обстежених) пацієнтів, ознаки пневмофіброзних змін виявлено в 109 (21,8% від загальної кількості обстежених), інтерстиційні зміни кардіогенного проходження виявлено в 5 (1% від загальної кількості обстежених) пацієнтів та невизначені інтерстиційні зміни, які потребували подальшого дообстеження, виявилися в 3 пацієнтів (0,6% від загальної кількості обстежених).

Із загальної частки інтерстиційних змін, які були характерні для вірусних пневмоній (160 пацієнтів), у 61 (38,13%) пацієнта визначалися невиражені зміни, помірні – у 75 (46,88%) та виражені – у 24 (15%) пацієнтів. Водночас дрібні (товщиною до 10 мм) та невеликі (товщиною до 20 мм) субплевральні консолидації траплялися у 21 з 24 пацієнтів, які мали виражені зміни, та в 32 пацієнтів з 75, які мали помірні інтерстиційні зміни. Супутній плевральний випіт виявлено в 13 пацієнтів (8,13% від усіх вірусних пневмоній).

Висновки. На основі проведеного аналізу наукових робіт можна зробити такий висновок: загальні результати метааналізів та досліджень свідчать про високу точність УЗД в діагностиці негоспітальної пневмонії в дорослих та дітей (чутливість та специфічність – близько 91%), вищу точність УЗД (AU ROC 0,95) порівняно з рентгенографією грудної клітки в діагностиці пневмонії, а також про те, що УЗД легень може бути цінним інструментом у діагностиці пневмонії.

Важливо відзначити, що застосовані дослідження відрізнялися за популяціями пацієнтів, дизайном дослідження та протоколами УЗД, що могло вплинути на відмінності в чутливості, спе-

цифічності та інших статистичних показниках. Проте цей висновок має високої клінічної релевантності і доказової бази.

Важливо зазначити, що УЗД легень не має використовуватися як єдиний діагностичний інструмент і повинно інтерпретуватися в контексті іншої клінічної інформації та діагностичних тестів. Також необхідні подальші дослідження для стандартизації протоколів УЗД та оцінки впливу УЗД легень на клінічні результати.

Таким чином, УЗД є особливо цінним для діагностики, динамічного спостереження за захворюванням легень, диференційної діагностики та виявлення ускладнень перебігу хвороби, може допомогти в ранній діагностиці, прийнятті терапевтичних рішень і подальшому моніторингу пневмонії, особливо в умовах інтенсивної терапії та у вагітних жінок, дітей і пацієнтів у районах з високим рівнем передання інфекції. УЗД легень може зменшити використання рентгенологічних засобів діагностичної візуалізації.

Отже, для покращення діагностики негоспітальної пневмонії та підвищення ефективності лікування слід широко впроваджувати методику УЗД легень на всіх рівнях закладів охорони здоров'я.

На основі аналізу можемо внести пропозиції щодо подальших досліджень або практичного застосування:

- провести більше досліджень з використанням УЗД для діагностики пневмонії в різних регіонах з різною епідеміологією патогенів. Також провести дослідження з порівнянням УЗД з іншими методами діагностики пневмонії, як-от КТ грудної клітки або молекулярна детекція патогенів;
- розробити та валідизувати стандартизовану методику проведення УЗД для визначення пневмонії, розробити стандартизовані критерії інтерпретації результатів УЗД для оцінки тяжкості пневмонії і прогнозу хвороби;
- провести навчання і сертифікацію медичного персоналу для використання УЗД для діагностики пневмонії. Також потрібно забезпечити доступність і якість обладнання для проведення УЗД в медичних закладах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Reissig, A.; Copetti, R. Lung ultrasound in community-acquired pneumonia and in interstitial lung diseases. *Respiration* 2014, 87, 179–189. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24481027/>.
2. Targhetta R, Chavagneux R, Bourgeois JM, Dauzat M, Balmes P, Pourcelot L.J («Sonographic approach to diagnosing pulmonary consolidation» *Ultrasound Med.*) 1992.
3. Gehmacher O., Mathis G., Kopf A., Scheier M. («Ultrasound imaging of pneumonia». *Ultrasound Med Biol.*), 1995.
4. D Lichtenstein, G Mézière, P Biderman, A Gepner, O Barré «The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome». *Pubmed*, 1997.
5. Dietrich C.F., Hirche T.O., Schreiber D.G., Wagner T.O.F. «Ultrasonography of pleura and lung». *Ultraschall Med.*, 2003.

6. Lichtenstein D.A., Lascols N., Meziere G., Gepner A. («Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill». *Intensive Care Med.*, 2004.
7. Targhetta R, Chavagneux R, Balmes P, Lemerre C, Mauboussin JM, Bourgeois JM, Pourcelot L.J Sonographic lung surface evaluation in pulmonary sarcoidosis: preliminary results. *Ultrasound Med.* 1994 May; 13 (5):381-8. doi: 10.7863/jum.1994.13.5.381.
8. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O: The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997, 156: 1640–1646.
9. Daniel Lichtenstein, M.D.; Ivan Goldstein, M.D.; Eric Mourgeon, M.D.; Philippe Cluzel, M.D., Ph.D.; Philippe Grenier, M.D.; Jean-Jacques Rouby, M.D., Ph.D. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. URL: <https://doi.org/10.1097/0000542-200401000-00006>.
10. Giovanni Volpicelli, Mahmoud Elbarbary, Michael Blaivas, at all International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for the International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). *Intensive Care Medicine* volume 38, pages577–591 (2012)/ Published: 06 March 2012. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-012-2513-4>.
11. Miles MJ, Islam S. Point of care ultrasound in thoracic malignancy. *Ann Transl Med.* (2019) 7:350. doi: 10.21037/atm.2019.05.53. URL: <https://atm.amegroups.com/article/view/26202/24898>.
12. Sperandeo M, Filabozzi P, Varriale A, Carnevale V, Piattelli ML, Sperandeo G, et al. Role of thoracic ultrasound in the assessment of pleural and pulmonary diseases. *J Ultrasound.* (2008) 11:39–46. doi: 10.1016/j.jus.2008.02.001. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23396553/>.
13. Roy A. An application of linear mixed effects model to assess the agreement between two methods with replicated observations. *J Biopharm Stat.* (2009) 19:150–73. doi: 10.1080/10543400802535141. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19127473/>.
14. Sperandeo M, Trovato FM, Dimitri L, Catalano D, Simeone A, Martines GF, et al. Lung transthoracic ultrasound elastography imaging and guided biopsies of subpleural cancer: a preliminary report. *Acta Radiol.* (2015) 56:798–805. doi: 10.1177/0284185114538424. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24951615/>.
15. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung ultrasound for the emergency diagnosis of pneumonia, acute heart failure, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease/asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Med.* 2019;56:53–69. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30314929/>.
16. Marin JR, Abo AM, Arroyo AC, et al. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J.* 2016;8:16. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27812885/>.
17. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I: general ultrasonography. *Crit Care Med.* 2015;43:2479–502. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26468699/>.
18. Soni NJ, Schnobrich D, Mathews BK, et al. Point-of-care ultrasound for hospitalists: a position statement of the Society of Hospital Medicine. *J Hosp Med.* 2019;14:E1–6. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31561287/>.
19. Staub LJ, Biscaro RRM, Kaszubowski E, et al. Chest ultrasonography for the emergency diagnosis of traumatic pneumothorax and haemothorax: a systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2018;49:457–66. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29433802/>.
20. Daniele De Luca, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). Source: *Critical Care*, 2020, 24:65 URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7041196/>.
21. New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound Libertario Demi PhD, Frank Wolfram PhD, Catherine Klersy PhD, Annalisa De Silvestri PhD, Virginia Valeria Ferretti PhD, Marie Muller PhD, Douglas Miller PhD ... See all authors First published: 22 August 2022. URL: <https://doi.org/10.1002/jum.16088/>.
22. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, et al. Proposal for international standardization of the use of lung ultrasound for patients with COVID-19: a simple, quantitative, reproducible method. *J Ultrasound Med.* 2020;39:1413–9. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32227492/>.
23. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What’s new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med.* 2020;46:1445–8. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32367169/>.
24. URL: <https://empendium.com/ua/chapter/B27.II.3.11.1>.
25. Chavez, M. A., et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research.* 15, 50 (2014) 2014 Apr 23;15(1):50. doi: 10.1186/1465-9921-15-50.
26. Ling Long 1, Hao-Tian Zhao, Zhi-Yang Zhang, Guang-Ying Wang, He-Ling Zhao, Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis, *Medicine (Baltimore)* 2017 Jan; 96(3):e5713. DOI: 10.1097/MD.0000000000005713.
27. Balk DS, Lee C, Schafer J, Welwarth J, Hardin J, Novack V, Yarza S, Hoffmann B. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2018 Aug;53(8):1130-1139. doi: 10.1002/ppul.24020. PMID: 29696826.
28. Yan JH, Yu N, Wang YH, Gao YB, Pan L. Lung ultrasound vs chest radiography in the diagnosis of children pneumonia: Systematic evidence. *Medicine (Baltimore).* 2020 Dec 11;99(50):e23671. doi: 10.1097/MD.00000000000023671. PMID: 33327356; PMCID: PMC7738074.
29. Xueyan Yuan 1, Ling Liu 1, Wei Chang 1, Zongsheng Wu 1, Lili Huang 1, Yali Chao 1, Xinxing Lu 1, Jianfeng Xie 1, Yi Yang 1, Haibo Qiu 1. DOI: 10.3389/fmed.2021.705960.
30. Lu X, Jin Y, Li Y, Weng L, Li H Diagnostic accuracy of lung ultrasonography in childhood pneumonia: a meta-analysis. *Eur J Emerg Med.* 2022 Apr 1;29(2):105-117. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000883.

31. Дзюблик Я. О., 2020, Негоспітальна пневмонія і COVID-19: дискусійні питання. Національний інститут фізіотрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України, www.search.crossref.org doi: 10.31215/2306-4927-2020-110-4-12-14. URL: http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/20/pdf20-4/upj_2020_4_cont.htm.
32. Mengshu Wang, Xufei Luo, Ling Wang, Janne Estill, Meng Lv, Ying Zhu, Qi Wang, Xiaojuan Xiao, Yang Song, Myeong Soo Lee, Hyeong Sik Ahn, Junqiang Lei and Jinhui Tian «A Comparison of Lung Ultrasound and Computed Tomography in the Diagnosis of Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis», 2021 Jul 27;11(8):1351. doi: 10.3390/diagnostics11081351.
33. Ashley K. Matthies et al. (2021) wrote a preprint article titled Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasound for COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Extension://elhekieabhbkmcefcobjddigicaadp/<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.10.09.21264799v1.full.pdf>.
34. Reem Jari, Abdulrahman M Alfuraih, James R McLaughlan The diagnostic performance of lung ultrasound for detecting COVID-19 in emergency departments: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Ultrasound* . 2022 Jun;50(5):618-627. doi: 10.1002/jcu.23184. Epub 2022 Mar 9. DOI: 10.1002/jcu.23184.
35. Giovanni Volpicelli, Mahmoud Elbarbary, Michael Blaivas, at all International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for the International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). *Intensive Care Medicine* volume 38, pages577–591 (2012)/ Published: 06 March 2012. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-012-2513-4>.
36. Sezgin C, Gunalp M, Genç S, et al. Diagnostic value of bedside lung ultrasonography in pneumonia. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46:1189–96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32063393/>.

REFERENCES:

1. Reissig, A.; Copetti, R. Lung ultrasound in community-acquired pneumonia and in interstitial lung diseases. *Respiration* 2014, 87, 179–189 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24481027/>.
2. Targhetta R, Chavagneux R, Bourgeois JM, Dauzat M, Balmes P, Pourcelot L.J («Sonographic approach to diagnosing pulmonary consolidation» *Ultrasound Med.*) 1992.
3. Gehmacher O., Mathis G., Kopf A., Scheier M. («Ultrasound imaging of pneumonia.» *Ultrasound Med Biol.*), 1995.
4. D Lichtenstein, G Mézière, P Biderman, A Gepner, O Barré «The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome». *Pubmed*, 1997.
5. Dietrich C.F., Hirche T.O., Schreiber D.G., Wagner T.O.F. «Ultrasonography of pleura and lung». *Ultraschall Med.*, 2003.
6. Lichtenstein D.A., Lascols N., Meziere G., Gepner A. («Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill.» *Intensive Care Med.*, 2004.
7. Targhetta R, Chavagneux R, Balmes P, Lemerre C, Mauboussin JM, Bourgeois JM, Pourcelot L.J Sonographic lung surface evaluation in pulmonary sarcoidosis: preliminary results. *Ultrasound Med*. 1994 May;13(5):381-8. doi: 10.7863/jum.1994.13.5.381.
8. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O: The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997, 156: 1640–1646.
9. Daniel Lichtenstein, M.D.; Ivan Goldstein, M.D.; Eric Mourageon, M.D.; Philippe Cluzel, M.D., Ph.D.; Philippe Grenier, M.D.; Jean-Jacques Rouby, M.D., Ph.D. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. <https://doi.org/10.1097/0000542-200401000-00006>.
10. Giovanni Volpicelli, Mahmoud Elbarbary, Michael Blaivas, at all International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for the International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). *Intensive Care Medicine* volume 38, pages577–591 (2012)/ Published: 06 March 2012. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-012-2513-4>.
11. Miles MJ, Islam S. Point of care ultrasound in thoracic malignancy. *Ann Transl Med*. (2019) 7:350. doi: 10.21037/atm.2019.05.53 <https://atm.amegroups.com/article/view/26202/24898>.
12. Sperandeo M, Filabozzi P, Varriale A, Carnevale V, Piattelli ML, Sperandeo G, et al. Role of thoracic ultrasound in the assessment of pleural and pulmonary diseases. *J Ultrasound*. (2008) 11:39–46. doi: 10.1016/j.jus.2008.02.001 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23396553/>.
13. Roy A. An application of linear mixed effects model to assess the agreement between two methods with replicated observations. *J Biopharm Stat*. (2009) 19:150–73. doi: 10.1080/10543400802535141 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19127473/>.
14. Sperandeo M, Trovato FM, Dimitri L, Catalano D, Simeone A, Martines GF, et al. Lung transthoracic ultrasound elastography imaging and guided biopsies of subpleural cancer: a preliminary report. *Acta Radiol*. (2015) 56:798–805. DOI: 10.1177/0284185114538424 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24951615/>;
15. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, et al. Lung ultrasound for the emergency diagnosis of pneumonia, acute heart failure, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease/asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Med*. 2019;56:53–69. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30314929/>.
16. Marin JR, Abo AM, Arroyo AC, et al. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J*. 2016;8:16. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27812885/>.
17. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I: general ultrasonography. *Crit Care Med*. 2015;43:2479–502 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26468699/>.
18. Soni NJ, Schnobrich D, Mathews BK, et al. Point-of-care ultrasound for hospitalists: a position statement of the Society of Hospital Medicine. *J Hosp Med*. 2019;14:E1–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31561287/>.

19. Staub LJ, Biscaro RRM, Kaszubowski E, et al. Chest ultrasonography for the emergency diagnosis of traumatic pneumothorax and haemothorax: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2018;49:457–66. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29433802/>.
20. Daniele De Luca, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). Source: *Critical Care*, 2020, 24:65 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7041196/>.
21. New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound Libertario Demi PhD, Frank Wolfram PhD, Catherine Klersy PhD, Annalisa De Silvestri PhD, Virginia Valeria Ferretti PhD, Marie Muller PhD, Douglas Miller PhD ... See all authors First published: 22 August 2022 <https://doi.org/10.1002/jum.16088/>.
22. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, et al. Proposal for international standardization of the use of lung ultrasound for patients with COVID-19: a simple, quantitative, reproducible method. *J Ultrasound Med*. 2020;39:1413–9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32227492/>.
23. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med*. 2020;46:1445–8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32367169/>.
24. <https://empendium.com/ua/chapter/B27.II.3.11.1>.
25. Chavez, M. A., et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research*. 15, 50 (2014) 2014 Apr 23;15(1):50. doi: 10.1186/1465-9921-15-50.
26. Ling Long I, Hao-Tian Zhao, Zhi-Yang Zhang, Guang-Ying Wang, He-Ling Zhao, Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis, *Medicine (Baltimore)* 2017 Jan; 96(3):e5713. DOI: 10.1097/MD.0000000000005713;
27. Balk DS, Lee C, Schafer J, Welwarth J, Hardin J, Novack V, Yarza S, Hoffmann B. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol*. 2018 Aug;53(8):1130-1139. doi: 10.1002/ppul.24020. PMID: 29696826.
28. Yan JH, Yu N, Wang YH, Gao YB, Pan L. Lung ultrasound vs chest radiography in the diagnosis of children pneumonia: Systematic evidence. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Dec 11;99(50):e23671. doi: 10.1097/MD.00000000000023671. PMID: 33327356; PMCID: PMC7738074.
29. Xueyan Yuan I, Ling Liu I, Wei Chang I, Zongsheng Wu I, Lili Huang I, Yali Chao I, Xinxing Lu I, Jianfeng Xie I, Yi Yang I, Haibo Qiu I. DOI: 10.3389/fmed.2021.705960.
30. Lu X, Jin Y, Li Y, Weng L, Li H Diagnostic accuracy of lung ultrasonography in childhood pneumonia: a meta-analysis. *Eur J Emerg Med*. 2022 Apr 1;29(2):105-117. doi: 10.1097/MEJ.0000000000000883.
31. Дзюблик Я. О., 2020, Негоспітальна пневмонія і COVID-19: дискусійні питання. Національний інститут фізіотриї і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського НАМН України, www.search.crossref.org doi: 10.31215/2306-4927-2020-110-4-12-14. http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/20/pdf20-4/upj_2020_4_cont.htm.
32. Mengshu Wang, Xufei Luo, Ling Wang, Janne Estill, Meng Lv, Ying Zhu, Qi Wang, Xiaojuan Xiao, Yang Song, Myeong Soo Lee, Hyeong Sik Ahn, Junqiang Lei and Jinhui Tian «A Comparison of Lung Ultrasound and Computed Tomography in the Diagnosis of Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis», 2021 Jul 27;11(8):1351. doi: 10.3390/diagnostics11081351.
33. Ashley K. Matthies et al. (2021) wrote a preprint article titled Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasound for COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Extension://elhekieabhbkmcefcobjddigicaadp/<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.10.09.21264799v1.full.pdf>.
34. Reem Jari, Abdulrahman M Alfuraih, James R McLaughlan The diagnostic performance of lung ultrasound for detecting COVID-19 in emergency departments: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Ultrasound* . 2022 Jun;50(5):618-627. doi: 10.1002/jcu.23184. Epub 2022 Mar 9. DOI: 10.1002/jcu.23184.
35. Giovanni Volpicelli, Mahmoud Elbarbary, Michael Blaivas, at all International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for the International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). *Intensive Care Medicine* volume 38, pages577–591 (2012)/ Published: 06 March 2012. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-012-2513-4>.
36. Sezgin C, Gunalp M, Genç S, et al. Diagnostic value of bedside lung ultrasonography in pneumonia. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46:1189–96. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32063393/>.