

Ультразвуковое исследование легких при диагностике пневмоний у детей

Е.Г. Фурман¹ ✉, Ю.Н. Балкунова², М.Ю. Бойко², Р.А. Естемесова³

¹ ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России; Россия, г. Пермь

² ГБУЗ ПК «Краевая детская клиническая больница»; Россия, г. Пермь

³ НАО «Медицинский университет Астана»; Республика Казахстан, г. Астана

РЕЗЮМЕ

Цель обзора. Представить актуальные данные по характеристике, методологии и использованию ультразвукового исследования УЗИ легких при диагностике пневмоний у детей.

Основные положения. Респираторная патология наиболее распространена в детском возрасте ввиду особенностей иммунитета и строения дыхательных путей. Пневмония — нередкое заболевание нижних дыхательных путей у детей, требующее быстрой, точной и простой в исполнении диагностики, а также правильного и своевременного лечения. В последнее время набирает популярность УЗИ легких как способ диагностики заболеваний нижних дыхательных путей, в том числе пневмоний. Наиболее широко оно применялось и изучалось в пандемию COVID-19, когда пациентов было множество. Преимуществами данного метода являются легкость проведения процедуры, быстрое получение результатов, отсутствие ионизирующего облучения и неинвазивность исследования. УЗИ легких позволяет оценить картину поражения легочной ткани в режиме реального времени. Помимо прочего, ультразвуковое исследование позволяет ребенку находиться в сопровождении матери и сохранить спокойствие во время диагностики, что исключает стрессовые аспекты. Многочисленные исследования показали высокие специфичность и чувствительность нового метода диагностики. Сопоставлены результаты уже привычных и более трудоемких диагностических процедур, таких как компьютерная томография легких и рентгенография грудной клетки, с данными ультрасонографического исследования. С помощью УЗИ легких открывается возможность динамического наблюдения пациента без опасения излишней лучевой нагрузки. В обзоре представлены данные о набирающей популярность УЗИ легких, его чувствительности и специфичности, методике исследования, а также характерных признаках легочного поражения при пневмонии.

Заключение. УЗИ легких при диагностике пневмоний у детей широко распространено за рубежом и включено в протоколы лечения пневмоний. Легкость проведения и безопасность для пациентов способствуют внедрению и использованию данного метода диагностики в рутинной практике педиатрического стационара, а в будущем — и амбулаторного звена. Мультидисциплинарный подход к диагностике пневмоний способствует ускорению постановки верного диагноза и началу адекватной терапии.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование легких, пневмонии у детей, ультразвуковые признаки легочного поражения.

Для цитирования: Фурман Е.Г., Балкунова Ю.Н., Бойко М.Ю., Естемесова Р.А. Ультразвуковое исследование легких при диагностике пневмоний у детей. Доктор.Ру. 2024;23(6):58–63. DOI: 10.31550/1727-2378-2024-23-6-58-63

Ultrasound Examination of the Lungs in the Diagnosis of Pneumonia in Children

E.G. Furman¹ ✉, Yu.N. Balkunova², M.Yu. Boyko², R.A. Estemesova³

¹ Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner; 26 Petopavlovskaya Str., Perm, Russian Federation 614000

² Regional Children's Clinical Hospital; 22 Bauman Str., Perm, Russian Federation 614066

³ Astana Medical University; 49a Beibitshilik Str., Astana, Republic of Kazakhstan 010000

ABSTRACT

Aim. To present current data on the characterization, methodology, and use of lung ultrasound (LUS) in the diagnosis of pneumonia in children.

Key points. Respiratory pathology is most common in childhood due to the peculiarities of immunity and structure of the respiratory tract. Pneumonia is a not uncommon disease of the lower respiratory tract in children, requiring quick, accurate and easy to perform diagnosis, as well as correct and timely treatment. Recently, lung ultrasound examination has been gaining popularity as a tool for diagnosing diseases of the lower respiratory tract, including pneumonias. It was widely used during the COVID-19 pandemic, when there were a lot of patients. The advantages of this method are the ease of the procedure, the speed of obtaining results, the absence of ionizing radiation and the non-invasiveness of the study. Ultrasound allows for a real-time assessment of the lung tissue lesion pattern. Also, an ultrasound examination lets the child stay with their mother and keep calm during the diagnostic procedure, preventing stress. Numerous trials demonstrated high specificity and sensitivity of this diagnostic method. Results of the common and more time-consuming diagnostic methods, such as lung CT and lung X-ray, have been compared with ultrasonographic results. With lung ultrasound, the possibility of dynamic patient monitoring is opened up without the fear of receiving unnecessary radiation exposure. The review presents data on the gaining popularity of LUS, its sensitivity and specificity, the technique of the study, as well as characteristic signs of pulmonary lesions in pneumonia.

Conclusion. Lung ultrasound as a tool for pneumonia diagnostics is widely used abroad and has been included in pneumonia management protocols. Ease-of-use and safety for patients facilitate the introduction and application of this diagnostic method in paediatric inpatient

✉ Фурман Евгений Григорьевич / Furman, E.G. — E-mail: furman1@yandex.ru

units; later, it can be used in outpatient settings as well. Multidisciplinary approach to the diagnosis of pneumonia contributes to the acceleration of the correct diagnosis and the beginning of adequate therapy.

Keywords: lung ultrasound, pneumonia in children, ultrasound signs of pulmonary lesions.

For citation: Furman E.G., Balkunova Yu.N., Boyko M.Yu., Estemesova R.A. Ultrasound examination of the lungs in the diagnosis of pneumonia in children. Doctor.Ru. 2024;23(6):58–63. (in Russian). DOI: 10.31550/1727-2378-2024-23-6-58-63

Респираторные инфекции являются одними из основных заболеваний у детей. Нередко патологический процесс не ограничивается верхними дыхательными путями, приводя к развитию пневмоний, которые, в свою очередь, занимают не последнее место в структуре причин смерти детей.

Диагностика пневмоний основывается на клинической картине, однако признаки и симптомы, наблюдаемые в клинической практике, не специфичны, и возникает необходимость в новых нерадиационных средствах диагностики. Ультразвуковое исследование УЗИ легких — активно развивающийся метод диагностики пневмонии. В последние несколько лет интерес к УЗИ легких постоянно и быстро растет, о чем свидетельствует большое количество публикаций, появившихся в научной литературе, по этой теме.

Данный метод исследования недавно был включен в протоколы оказания медицинской помощи за рубежом в качестве скринингового, он имеет высокие чувствительность и специфичность для диагностики пневмонии.

В отличие от других методов визуализации, таких как рентгенография грудной клетки (РГК) и компьютерная томография (КТ), при УЗИ не используется ионизирующее излучение. Поэтому оно особенно подходит для клинического наблюдения за педиатрическими пациентами. УЗИ легких занимает всего 5–10 минут и позволяет врачам быстро принимать решения по ведению пациента. УЗИ легких стало инструментом ранней диагностики пневмонии во время пандемии COVID-19 [1].

В ходе сравнения с РГК и клиническими показателями УЗИ легких показала высокие чувствительность и специфичность [2–12]. Более того, УЗИ легких, по-видимому, обладает большей чувствительностью и меньшей специфичностью, чем РГК, что свидетельствует о целесообразности его применения в качестве скринингового инструмента для выявления пневмонии [2, 3, 13].

P. Najatioghli и соавт. провели исследование, в котором проспективно изучили 98 детей с подозрением на пневмонию. Оценивали соответствие результатов КТ органов грудной клетки и РГК, УЗИ легких, а также РГК + УЗИ легких. У пациентов с осложненной пневмонией результаты УЗИ легких и КТ практически полностью совпадали [5]. Авторы пришли к выводу, что интеграция УЗИ легких с РГК может быть надежной заменой КТ-сканирования у детей [5].

Другие авторы также отметили, что отрицательный результат УЗИ легких не исключает наличия консолидации, поскольку поражения, скрытые средостением или костными структурами, и глубокие поражения, не достигающие плевры, и очаги менее 1 см могут быть пропущены при УЗЛ [8].

В проспективном аналитическом исследовании педиатров и рентгенологов из Нью-Дели (Индия) показано, что УЗИ легких характеризовалось высокой чувствительностью и специфичностью в отношении бактериальной пневмонии и меньшей чувствительностью для диагностики вирусной пневмонии [14]. Тем не менее авторы с помощью данных УЗИ легких, сопоставляемых с таковыми РГК, предполагали наиболее вероятную этиологию заболевания, что позволяло

избегать необоснованного назначения антибактериальной терапии при вирусных поражениях.

Однако есть еще нерешенные вопросы при интерпретации данных УЗИ легких. Некоторые ультразвукографические признаки трудно интерпретировать, например наличие множественных мелких субплевральных уплотнений с максимальным диаметром < 2 см [4]. Эти признаки не выявляются при РГК, и их патологическое значение до конца не выяснено. G. Iorio и соавт. [6] изучали распределение подобных мелких уплотнений, которые называют сателлитными поражениями при наличии более крупного поражения. Они предположили, что сателлитные поражения, расположенные гомолатерально основному поражению, могут свидетельствовать о бактериальной этиологии, в то время как поражение контралатеральной стороны — об атипичной или вирусной пневмонии, обусловленной лимфатическим дренажем [6].

Помимо диагностики, УЗИ легких возможно, по некоторым данным, применять для динамического наблюдения за больными пневмонией. Ультрасонографическое наблюдение лучше коррелирует с конечным исходом, чем клиническое течение или лабораторные тесты [15]. A.M. Musolino и соавт. отметили, что у пациентов с осложненной пневмонией после 48 ч лечения не наблюдались признаки ультрасонографического улучшения [16].

Осложненную пневмонию можно оценить с помощью УЗИ с контрастным усилением [17]. Метод УЗИ с контрастным усилением основан на внутривенном введении специального контраста в виде микропузырьков. Микропузырьки обладают высокой эхогенностью, которая преобразуется в изображение с усилением контраста. УЗИ с контрастным усилением может использоваться для визуализации перфузии крови в легких, измерения скорости кровотока в сердце и прочих органах, а также для других целей.

Некроз легких характеризуется наличием нерасширенных участков консолидации после внутривенного введения контраста. Кроме того, можно исследовать осложненный парапневмонический выпот путем непосредственного введения контрастного вещества в плевральную полость через дренажный катетер [17].

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ

Для проведения УЗИ легких следует выбрать наиболее подходящий датчик в соответствии с возрастом и комплекцией ребенка. Самыми распространенными являются линейный (12–5 МГц), конвексный и микроконвексный (9–4 МГц) типы датчиков. Для оценки состояния плевры и субплеврального пространства лучше выбрать высокочастотный датчик (5–15 МГц) [10].

Положение пациента также может варьировать в зависимости от его возраста и состояния. Сканирование проводится в положении ребенка лежа, сидя или на руках у матери. Для улучшения фиксации датчика на поверхности тела врачу необходимо прижать руку к телу ребенка [10]. Для получения целостной картины состояния легких грудную клетку условно делят на три области: переднюю, боковую

и заднюю. В каждой области разделяют верхнюю и нижнюю зоны. Таким образом, исследуются зоны по срединно-ключичной, срединно-подмышечной и срединно-лопаточной линиям — всего 12 зон [18]. Датчик ультразвукового аппарата обычно устанавливается в каждой из указанных зон перпендикулярно ребрам, а затем, при выявлении ультразвуковых изменений, — вдоль межреберного промежутка для более точной оценки полученной картины [1–22].

Исследование проводится путем перемещения датчика из одного межреберного пространства в другое, обычно в каудальном направлении. Особого внимания в отношении наличия плеврального выпота требуют участки легких, меняющиеся при изменении положения пациента [10, 19].

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КРИТЕРИИ ПНЕВМОНИИ

Поверхностные слои грудной клетки состоят из подкожной клетчатки и мышц. При продольной установке датчика ребра выглядят как криволинейные структуры, связанные с задним акустическим затенением (рис. 1).

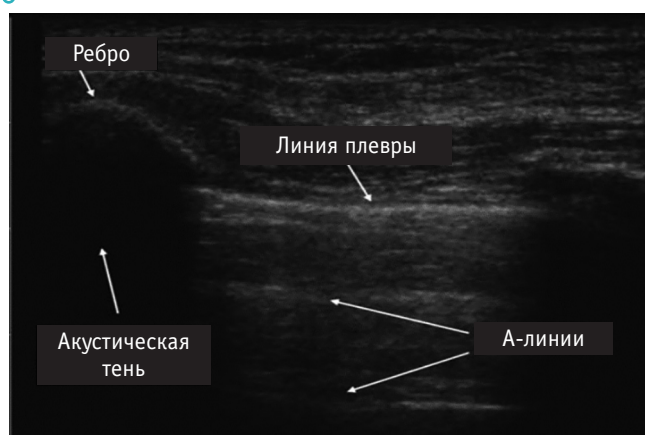
Плевра представлена правильной эхогенной линией (плевральной линией), которая непрерывно движется во время дыхания. Такие движения плевры называют скольжением легких.

Ткань легкого обладает высокой воздушностью (следовательно, и высокой отражающей способностью) и не позволяет в дальнейшем визуализировать легочную паренхиму здорового человека. За счет процесса реверберации (постепенного уменьшения интенсивности звука при его многократных отражениях) на месте легкого лоцируется группа горизонтальных артефактов из-за многократного отражения ультразвуковой волны от плевры и воздушной легочной ткани, они видны как серия эхогенных параллельных линий, равноудаленных одна от другой ниже плевральной линии (рис. 2). Такие артефакты известны как А-линии.

Вертикально ориентированные артефакты в виде «хвоста кометы», называемые В-линиями, в соответствии с классификацией Лихтенштейна, отсутствуют в нормальном легком. Они начинаются из плевральной линии, хорошо очерчены, достигают края экрана, стирают А-линии и перемещаются при скольжении легкого. Наличие этих артефактов обусловлено заполнением жидкостью субплевральных междольковых перегородок, которые окружены воздухом и связаны с различными патологическими проявлениями (рис. 3) [20, 21].

Рис. 1. Нормальное легкое (продольное сканирование) [20]

Fig. 1. Normal lung (longitudinal scanning) [20]



Патологические процессы приводят к потере пневматизации легочной ткани за счет скопления жидкости. Этот процесс уплотнения воздушного пространства можно визуализировать с помощью УЗИ легких, когда он распространяется на плевру. Он представлен обычно в виде плохо очерченной гипозоногенной субплевральной области с рядом сопутствующих признаков (рис. 4):

1) происходит потеря эхогенности плевральной линии над областью уплотнения, и А-линии внутри этой области отсутствуют;

2) увеличиваются В-линии, окружающие область уплотнения;

3) В-линии часто возникают от глубокого края уплотнения, а не от плевры;

4) видны сонографические воздушные бронхограммы — множественные гиперэхогенные точечные или линзовидные пятна в области уплотнения или ветвящихся древовидных структур в зависимости от плоскости, в которой они разрезаются ультразвуковым лучом.

Уплотнения большого размера, как правило, имеют характерный печеночный вид — так называемый феномен

Рис. 2. Нормальное легкое (поперечное сканирование) [20]

Fig. 2. Normal lung (lateral scanning) [20]



Рис. 3. Поперечное сканирование. Аномальные вертикально ориентированные артефакты В-линии («хвост кометы») [20]

Fig. 3. Lateral scanning. Abnormal vertical B-line artefacts (“comet tail”) [20]

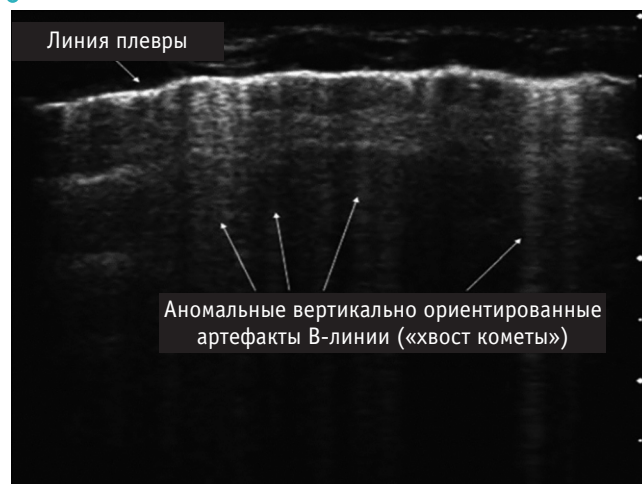


Рис. 4. Критерии ультразвукового исследования легких в норме и при пневмонии [18].

Примечание. 1 — вариант нормы: ультразвуковое изображение правой передней верхней зоны легкого у девочки 16 месяцев демонстрирует нормальную эхоструктуру легких с ровной гиперэхогенной плевральной линией, А-линиями и отсутствием В-линий.

2 — пневмония: на ультразвуковом изображении левой передней нижней зоны легкого у мальчика 2 лет с симптомами пневмонии — множественные и сливающиеся В-линии в одном изображении, представляющие интерстициальную картину заболевания.

3 — пневмония: на ультразвуковом изображении — правая задне-верхняя зона легкого у девочки 3 месяцев. Видна клиновидная гипозоногенная область субплевральной консолидации. Сопутствующие признаки: воздушные бронхограммы, представленные точечными гиперэхогенными пятнами в пределах очага поражения, гипозоногенная плевральная линия над очагом и множественные В-линии, исходящие из глубокого края консолидации.

4 — несколько вариантов легочной консолидации при пневмонии: А — признак «осколков» с коалесцирующими В-линиями и плевральным выпотом; В — с воздушной бронхограммой; С — консолидация с коалесцирующими В-линиями; D — консолидация с гепатизацией (тканеподобный вид и плевральный выпот в поперечной проекции).

5 — артефакты в легких и аномальные находки: А — В-линии, В — плевральный выпот, С — консолидация, D — субплевральная консолидация, E — неравномерность плевральной линии, F — бронхограммы

Fig. 4. Criteria of lung ultrasound: healthy lungs and pneumonia [18].

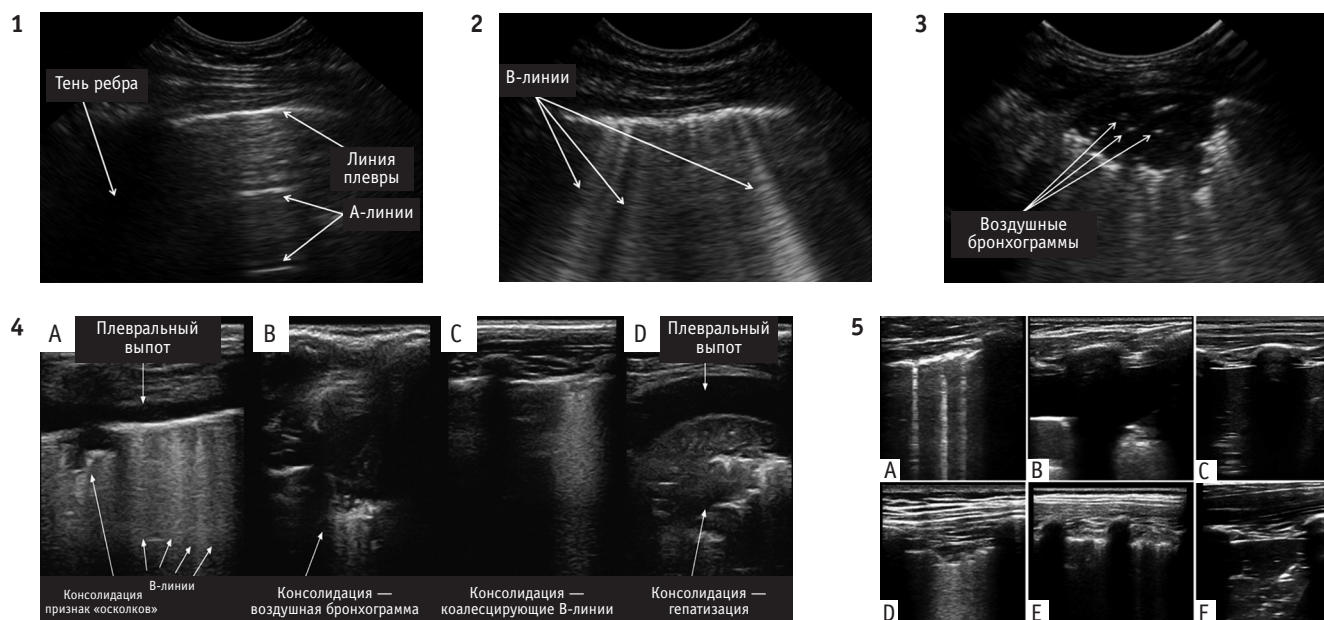
Note. 1 — Normal variant: an ultrasound image of the right anterior upper area of the lung in a 16-month-old girl demonstrates a normal lung echo pattern with a regular hyperechoic pleural line, A-lines and no B-lines.

2 — Pneumonia: an ultrasound image of the left anterior lower area of the lung in a 2-year-old boy with symptoms of pneumonia shows numerous and confluent B-lines in one image, presenting as an interstitial aspect of disease.

3 — Pneumonia: an ultrasound image of the right posterior upper area of the lung in a 3-month-old girl. A V-shaped hypoechogenic area of subpleural consolidation can be seen. Concomitant signs: air bronchograms with isolated hyperechogenic spots in the foci, a hypoechogenic pleural line above the foci and numerous B-lines emanating from the deep consolidation edge.

4 — Several variants of pulmonary consolidation in pneumonia patients: A — signs of fragments with coalescing B-lines with pleural effusion; B — with an air bronchogram; C — consolidation with coalescing B-lines; D — consolidation with hepatization (tissue-like type and pleural effusion in transverse plane).

5 — pulmonary artefacts and normal findings. A — B-lines, B — pleural effusion, C — consolidation, D — subpleural consolidation, E — irregular pleural line, F — bronchograms



гепатизации. Ателектаз или коллапс легкого сходны с уплотнением [4, 10]. Помимо прочего, необходимо визуализировать синусы на предмет наличия выпота. УЗИ облегчает идентификацию плавающего фибрина и перегородок, чтобы отличить экссудат от транссудата без инвазивного вмешательства [22]. М.С. Того и соавт. в своей работе представили краткое описание УЗИ легких у детей (табл.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

УЗИ легких в диагностике пневмоний у детей является высокоинформативным методом. За рубежом оно достаточно широко используется и уже включено в стандарты оказания медицинской помощи. Мобильность аппарата УЗИ позволяет проводить исследования у пациентов в любом месте, в любом состоянии без травматизации во время транспортировки.

Таблица. Ультразвуковые признаки и особенности легких в норме и при пневмонии
Table. Ultrasound signs and features of the normal lung and pneumonia lungs

Наблюдаемые результаты	Краткое описание ультразвукового исследования у детей
Изменение скольжения плевры	Уменьшение или отсутствие скольжения плевры
Аномалии плевры	Менее эхогенная плевральная линия в области уплотнения. Неровности. Диффузный вид. Не визуализируется (новорожденные)
Субплевральная консолидация (уплотнение)	Пневмония или ателектаз
В-линии	Тип артефакта в виде «хвоста кометы», который связан со сниженным соотношением воздуха и жидкости в легких и утолщением междольковой перегородки
Статическая воздушная бронхограмма	Может быть рассеянной (пунктирной) или разветвленной
Динамическая воздушная бронхограмма	Может свидетельствовать о движениях при дыхании и скорее указывает на пневмонию, чем на ателектаз
Жидкостная бронхограмма	Наблюдается только при обструктивной пневмонии
Гепатизация	По мере того как участки азрированного легкого замещаются жидкостью, легочная ткань становится более заметной при ультразвуковом исследовании и наблюдается тканеподобный внешний вид (при воздушной бронхограмме)
Плевральный выпот	Присутствует при некоторых типах пневмоний
Обрывочный сигнал	Консолидация с неровными границами
Точечное легкое	Может присутствовать у новорожденных с пневмонией (не является диагностическим критерием)

Необходимо обучать и привлекать педиатров, пульмо-
 логов, врачей ультразвуковой диагностики, рентгенологов
 к внедрению и применению УЗИ легких в рутинной практи-
 ке. При УЗИ легких процесс постановки диагноза пневмонии

и выбора тактики лечения может быть сокращен, осуществ-
 лен в любом месте оказания медицинской помощи, а также
 его можно неоднократно повторять в ходе динамического
 наблюдения за больным.

Вклад авторов / Contributions

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого из авторов: Фурман Е.Г. — разработка концепции обзора, написание основной части обзора и редактирование, работа с первоисточниками, утверждение рукописи для публикации; Балкунова Ю.Н. — написание текста рукописи, работа с первоисточниками; Бойко М.Ю., Естемесова Р.А. — проверка содержания обзора, редактирование рукописи.

All authors made a significant contribution to the preparation of the article, read and approved the final version before publication. Special contribution: Furman, E.G. — development of the review concept, writing the main part of the review and editing, working with primary sources, approving the manuscript for publication; Balkunova, Yu.N. — writing the text of the manuscript, working with primary sources; Boyko, M.Yu., Estemesova, R.A. — examination of the review content, editing of the manuscript.

Конфликт интересов / Disclosure

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.
 The authors declare no conflict of interest.

Финансирование / Funding source

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования
 The authors state that there is no external financing.

Об авторах / About the authors

Фурман Евгений Григорьевич / Furman, E.G. — член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор, проректор по научной деятельности, заведующий кафедрой факультетской и госпитальной педиатрии ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России. 614990, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26. eLIBRARY.RU SPIN: 7373-9210. <https://orcid.org/0000-0002-1751-5532>. E-mail: furman1@yandex.ru
 Балкунова Юлия Николаевна / Balkunova, Yu.N. — врач-педиатр ГБУЗ ПК «КДКБ». 614066, Россия, г. Пермь, ул. Баумана, д. 22. E-mail: jnbalkunova@gmail.com
 Бойко Марина Юрьевна / Boyko, M.Yu. — врач ультразвуковой диагностики ГБУЗ ПК «КДКБ». 614066, Россия, г. Пермь, ул. Баумана, д. 22. E-mail: marinischna77@mail.ru
 Естемесова Райхан Алдебаевна / Estemesova, R.A. — ассистент кафедры детских болезней с курсами кардиоревматологии и гастроэнтерологии НАО «Медицинский университет Астана». 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Бейбитшилик, д. 49а. E-mail: rauxanchik@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sansone F., Attanasi M., Di Filippo P., Sferrazza Papa G.F. et al. Usefulness of lung ultrasound in paediatric respiratory diseases. *Diagnostics*. 2021;11(10):1783. DOI: 10.3390/diagnostics11101783
2. Balk D.S., Lee C., Schafer J., Welwarth J. et al. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: a meta-analysis. *Pediatr. Pulmonol.* 2018;53(8):1130–9. DOI: 10.1002/ppul.24020
3. Ambroggio L., Sucharew H., Rattan M.S., O'Hara S.M. et al. Lung ultrasonography: a viable alternative to chest radiography in children with suspected pneumonia? *J. Pediatr.* 2016;176:93–98. e7. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.05.033
4. Claes A.-S., Clapuyt P., Menten R., Michoux N. et al. Performance of chest ultrasound in pediatric pneumonia. *Eur. J. Radiol.* 2017;88:82–7. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.12.032
5. Hajialioghli P., Nemati M., Saleh L.D., Fouladi D.F. Can chest computed tomography be replaced by lung ultrasonography with or without plain chest radiography in pediatric pneumonia? *J. Thorac. Imaging*. 2016;31(4):247–52. DOI: 10.1097/RTI.0000000000000209
6. Iorio G., Capasso M., Prisco S., De Luca G. et al. Lung ultrasound findings undetectable by chest radiography in children with community-acquired pneumonia. *Ultrasound Med. Biol.* 2018;44(8):1687–93. DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2018.04.007
7. Yan J.-H., Yu N., Wang Y.-H., Gao Y.-B. et al. Lung ultrasound vs chest radiography in the diagnosis of children pneumonia: systematic evidence. *Medicine*. 2020;99(50):e23671. DOI: 10.1097/MD.00000000000023671
8. Lissaman C., Kanjanaupom P., Ong C., Tessaro M. et al. Prospective observational study of point-of-care ultrasound for diagnosing pneumonia. *Arch. Dis. Child.* 2019;104(1):12–18. DOI: 10.1136/archdischild-2017-314496
9. Man S.C., Fufezan O., Sas V., Schnell C. Performance of lung ultrasonography for the diagnosis of community acquired pneumonia in hospitalized children. *Med. Ultrason.* 2017;19(3):276–81. DOI: 10.11152/mu-1027
10. Stadler J.A.M., Andronikou S., Zar H.J. Lung ultrasound for the diagnosis of community-acquired pneumonia in children. *Pediatr. Radiol.* 2017;47(11):1412–19. DOI: 10.1007/s00247-017-3910-1
11. Tripathi S., Ganatra H., Martinez E., Mannaa M. et al. Accuracy and reliability of bedside thoracic ultrasound in detecting pulmonary pathology in a heterogeneous pediatric intensive care unit population. *J. Clin. Ultrasound*. 2019;47(2):63–70. DOI: 10.1002/jcu.22657
12. Yadav K.K., Awasthi S., Parihar A. Lung ultrasound is comparable with chest roentgenogram for diagnosis of community-acquired pneumonia in hospitalised children. *Indian J. Pediatr.* 2017;84(7):499–504. DOI: 10.1007/s12098-017-2333-1
13. Samson F., Gorostiza I., González A., Landa M. et al. Prospective evaluation of clinical lung ultrasonography in the diagnosis of community-acquired pneumonia in a pediatric emergency department. *Eur. J. Emerg. Med.* 2018;25(1):65–70. DOI: 10.1097/MEJ.0000000000000418
14. Malla D., Rathi V., Gomber S., Upreti L. Can lung ultrasound differentiate between bacterial and viral pneumonia in children? *J. Clin. Ultrasound*. 2021;49(2):91–100. DOI: 10.1002/jcu.22951
15. Buonsenso D., Brancato F., Valentini P., Curatola A. et al. The use of lung ultrasound to monitor the antibiotic response of community-acquired pneumonia in children: a preliminary hypothesis. *J. Ultrasound Med.* 2020;39(4):817–26. DOI: 10.1002/jum.15147
16. Musolino A.M., Tomà P., Supino M.C., Scialanga B. et al. Lung ultrasound features of children with complicated and noncomplicated community acquired pneumonia: a prospective study. *Pediatr. Pulmonol.* 2019;54(9):1479–86. DOI: 10.1002/ppul.24426
17. Deganello A., Rafailidis V., Sellars M.E., Ntoulia A. et al. Intravenous and intracavitary use of contrast-enhanced ultrasound in the evaluation and management of complicated pediatric pneumonia. *J. Ultrasound Med.* 2017;36(9):1943–54. DOI: 10.1002/jum.14269
18. Gravel C.A., Monuteaux M.C., Levy J.A., Miller A.F. et al. Interrater reliability of pediatric point-of-care lung ultrasound findings. *Am. J. Emerg. Med.* 2019;38(1):1–6. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.01.047
19. Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д., Рачина С.А., Вацик О.Т. и др. Роль и возможности ультразвукового исследования легких у пациентов с коронавирусной пневмонией. *Клиническая фармакология и терапия*. 2020;29(2):51–5. Safarova A.F., Kobalava Zh.D., Rachina S.A., Vatsik O.T. et al. The use of lung ultrasound in patients with COVID-19. *Clinical Pharmacology and Therapy*. 2020;29(2):51–5. (in Russian). DOI: 10.32756/0869-5490-2020-2-51-55
20. Copetti R., Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol. Med.* 2008;113(2):190–8. DOI: 10.1007/s11547-008-0247-8
21. Строчкова Л.А., Егоров Е.Ю. Опыт проведения ультразвукового исследования легких при внебольничной пневмонии COVID-19. *Лучевая диагностика и терапия*. 2020;11(2):99–106. Strokova L.A., Egorov E.Yu. Experience in conducting lung ultrasound in community-acquired pneumonia COVID-19. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2020;11(2):99–106. (in Russian). DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-2-99-106
22. Toro M.S., Martínez J.L., Falcão R.V., Prata-Barbosa A. et al. Point-of-care ultrasound by the pediatrician in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. *J. Pediatr. (Rio J.)*. 2021;97(1):13–21. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.07.003

Поступила / Received: 05.07.2024

Принята к публикации / Accepted: 12.08.2024