

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГКИХ ПРИ ПНЕВМОНИИ

Е.В. Чуяшенко*, В.Д. Завадовская, Т.С. Агеева, Н.М. Просекина, М.А. Зоркальцев, Е.И. Федорова

Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Российская Федерация, Томск, Московский тракт, 2

Цель: для оптимизации диагностики пневмоний путем включения ультразвукового исследования (УЗИ) легких в диагностический алгоритм пневмонии выделить основные ультразвуковые признаки воспалительной инфильтрации легких в зависимости от формы морфологического субстрата, а также провести оценку возможностей УЗИ в мониторинге пневмоний.

Материал и методы. Было обследовано 96 больных, поступивших в стационар в порядке скорой помощи, для исключения/подтверждения пневмонии. Рентгенологически диагноз пневмонии был установлен у 81 человека. УЗИ выполнено всем пациентам в день госпитализации, динамика воспалительного инфильтрата оценивалась у 55 больных на 3–4-, 7- и 10–14-е сутки пребывания пациента в стационаре.

Результаты. Ультразвуковая картина воспалительного инфильтрата установлена у 55 (57,3%) пациентов с преобладанием ультразвуковой картины плевропневмонии ($n=48$; 50%), в меньшем количестве выявлена бронхопневмония ($n=7$; 8,6%). Результаты ультразвукового исследования показали чувствительность 69,7% и достаточно высокую специфичность (100%) метода в выявлении пневмонии. Ультразвуковые данные о положительной и отрицательной динамике пневмонии, полученные на 3-и сутки госпитализации у 45 (81,8%) и 3 (5,5%) пациентов соответственно, опережали данные стандартных сроков контрольной рентгенографии и подтверждались при дальнейшем клинико-рентгенологическом наблюдении.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют рассматривать УЗИ в качестве полезного этапа в диагностическом алгоритме больных пневмонией, обеспечивающего дополнительную информацию для лечащего врача, уменьшающего воздействие ионизирующего излучения на организм пациента и позволяющего выполнять мониторинг воспалительного инфильтрата для оценки эффективности проводимой антибиотикотерапии в более ранние сроки.

Ключевые слова:	ультразвуковое исследование, пневмония, мониторинг динамики воспаления, консолидация, гипозоногенный участок, артефакты, А-линии, В-линии
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах
Для цитирования:	Чуяшенко Е.В., Завадовская В.Д., Агеева Т.С., Просекина Н.М., Зоркальцев М.А., Федорова Е.И. Ультразвуковое исследование легких при пневмонии. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(1):78–84. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-78-84

LUNG ULTRASONOGRAPHY IN PNEUMONIA

Elena V. Chuyashenko*, Vera D. Zavadovskaya, Tatyana S. Ageeva, Nataliya M. Prosekina, Maxim A. Zorkaltsev, Ekaterina I. Fedorova

Siberian State Medical University,
2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russian Federation

Aim. In order to optimize the diagnosis of pneumonia by including lung ultrasonography in the diagnostic algorithm for pneumonia, the main ultrasound signs of inflammatory infiltration of the lungs were identified, depending on the form of morphological substrate, and the capabilities of ultrasound examination in monitoring pneumonia were evaluated.

Material and Methods. A total of 96 patients were admitted to hospital by emergency to rule out/to confirm pneumonia based on X-ray diagnosis of this pathology in 81 persons. Ultrasonic examination was performed in all patients at a day of admission to hospital. Dynamics in inflammatory infiltrate was evaluated in 55 patients at days 3–4, 7, and 10–14 of hospital stay.

Results. The ultrasonic signs of inflammatory infiltrate were found in 55 of 96 patients with prevalent ultrasound pattern of pleuropneumonia ($n=48$; 50%) and bronchopneumonia in a smaller number of patients ($n=7$; 8.6%). The results of ultrasonography showed the low sensitivity (69.7%) and significantly high specificity (100%) rates of the method in detecting pneumonia. Positive dynamics in ultrasonic monitoring of pneumonia was detected in the overwhelming number of patients ($n=45$; 81.8%) at day 3 of hospitalization. Negative dynamics ($n=3$; 5.5%) was observed at days 3 and 7 of the study.

Conclusion. Ultrasonic study may be considered a useful step in the diagnostic algorithm for patients with pneumonia as this method provides additional information for an attending physician and does not involve adverse effects of ionizing radiation on patient's body. Since the ultrasonic data on positive and negative dynamics of pneumonia were received ahead of the results of standard control radiography and were verified by further clinical and radiological observations, the role of ultrasonic monitoring of the inflammatory infiltrate was essential for evaluation of the efficacy of antibiotic therapy at earlier time.

Keywords:	ultrasonography, pneumonia, monitoring the dynamics of inflammation, hypoechoic portion, artifacts, A-Line, B-Line
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned
For citation:	Chuyashenko E.V., Zavadovskaya V.D., Ageeva T.S., Prosekina N.M., Zorkaltsev M.A., Fedorova E.I. Lung Ultrasonography in Pneumonia. The Siberian Medical Journal. 2019;34(1):78–84. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-78-84

Актуальность

Пневмония — одно из наиболее распространенных заболеваний органов дыхания, являющееся частой причиной летальных исходов среди взрослого населения. Смертность от пневмонии в России составляет примерно 4 случая на 1000 населения, а у людей старческого возраста с сопутствующими заболеваниями — до 40–50%. Следовательно, такие пациенты требуют более частого мониторингования динамики воспалительного инфильтрата, выходящего за сроки рутинной рентгенографии, для оценки проводимой антибиотикотерапии [1]. «Золотым стандартом» для выявления пневмонии и других легочных поражений считаются рентгенологические методы исследования (обзорная рентгенография органов грудной клетки и компьютерная томография (КТ), но ввиду лучевой нагрузки они не могут быть использованы для частого мониторингования динамики воспалительного инфильтрата [2, 3]. В качестве дополнительного метода рентгенографии органов дыхания рассматривается УЗИ легких [4,5]. УЗИ достаточно широко используется в качестве диагностического инструмента для выявления пневмоторакса, легочной консолидации, плеврального выпота [1, 3, 6]. Метод все чаще стал применяться для диагностики пневмонии, особенно у детей и пациентов в отделениях скорой помощи, а также в палатах интенсивной терапии [7–10]. Преимуществом сонографии перед рентгенографией является проведение исследования непосредственно у постели пациента, оценка инфильтрата в режиме реального времени, возможность многократного мониторингования динамики пневмонии, отсутствие суммационного эффекта и отсутствие лучевой нагрузки [4, 5, 7]. Однако данный метод имеет ряд методических и интерпретационных проблем, таких как недоступность визуализации легких у пациентов с ожирением, невозможность визуализации центральных отделов легких, экранирование воспалительного инфильтрата костными структурами (ключица и лопатка) [11]. Не раскрыты полностью возможности ультразвука в зависимости от морфологической формы воспаления, локализации процесса, имеются ограниченные данные о результатах сопоставления УЗИ легких и рентгенологических методик [3, 12, 13]. В то же время ввиду безопасности и широкой доступности ультразвукового метода (по мере решения существующих проблем) он может занять надлежащее место

в алгоритме лучевой диагностики у больных воспалительными заболеваниями легких.

Цель: изучение ультразвуковой семиотики воспалительной инфильтрации легких в зависимости от формы морфологического субстрата, а также оценка возможностей УЗИ в мониторинговании динамики пневмонии.

Материал и методы

Клинический материал

В период с апреля 2016 г. по октябрь 2018 г. были обследованы 96 человек [51 мужчина (53,1%), 45 женщин (46,9%), средний возраст — $51,8 \pm 10$ лет], направленных в стационар в порядке скорой помощи для исключения/подтверждения пневмонии. В день поступления по «скорой помощи» всем больным выполнялась рентгенография органов грудной клетки и УЗИ легких. Окончательный диагноз был установлен лечащим врачом на основе клинико-лабораторных и инструментальных исследований. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом Сибирского государственного медицинского университета (ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России).

Критериями включения в исследование были: однозначно диагностированный воспалительный инфильтрат по результатам рентгенологического исследования, отсутствие в анамнезе туберкулеза органов дыхания, наличие информированного согласия. Из исследования исключались пациенты с сомнительным диагнозом пневмонии, сочетанием пневмонии с нарушением гемодинамики в малом круге кровообращения, а также в случае отказа пациента от участия в исследовании.

Рентгенография органов грудной клетки выполнялась с использованием аппарата ApolloDRF, проводилась каждому из пациентов в день поступления по «скорой помощи» в прямой задней проекции при возможности больного находиться в вертикальном положении, передняя проекция — в положении лежа на спине. Сначала рентгенограммы оценивались врачом-рентгенологом, который дежурил по «скорой помощи», а затем подтверждались врачом-рентгенологом, участвующим в данном исследовании.

УЗИ легких осуществлялось с использованием аппарата Toshiba Aplio-MX с использованием конвексного датчика 5 МГц. С целью оценки каждой половины грудной клетки она была разделена на 3 части: переднюю, боковую и заднюю. Передняя

часть — область от парастеральной до передней подмышечной линии, боковая — область между передней и задней подмышечной линиями, задняя часть — область от задней подмышечной линии до паравертебральной линии (рис. 1). Датчик располагался перпендикулярно, под наклоном и параллельно ребру по передней, боковой и задней поверхностям грудной клетки. Пациенты находились в положении лежа на спине во время сканирования передней поверхности грудной клетки. При сканировании боковой и задней поверхностей пациент находился в положении сидя спиной/боком к исследователю.

Результаты и обсуждение

Среди 96 обследованных по данным рентгенографии пневмония была диагностирована у 81 (84,4%) пациента. С помощью УЗИ воспалительная инфильтрация была выявлена у 55 (57,3%) больных.

В таблице 1 представлено количественное соотношение визуальной картины пневмонии по данным рентгенографии и УЗИ. Из 81 больного с рентгенологической картиной пневмонии ультразвуковые признаки воспалительной инфильтрации выявлены у 55 (67,9%) пациентов, при этом преобладала ультразвуковая картина плевропневмонии ($n=48$; 59,3%), в меньшем количестве наблюдений диагностирована ультразвуковая картина бронхопневмонии ($n=7$; 8,6%).

В таблице 2 показаны ультразвуковые симптомы различных морфологических типов пневмонии и частота их встреча-

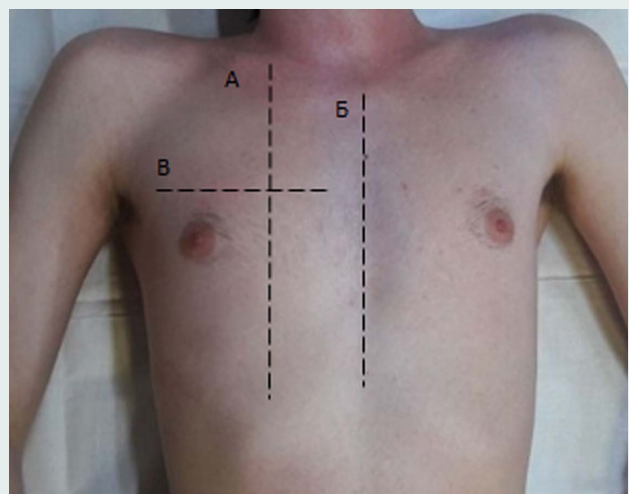


Рис. 1. Точки доступа ультразвукового сканирования: А — парастеральная линия; Б — срединная линия; В — межреберная линия

Fig. 1. Positions of the access points for ultrasound scanning: А — parasternal line; Б — median line; В — intercostal line

емости. Результаты свидетельствуют, что плевропневмония и бронхопневмония представлены гипозоногенными участками, В-линиями и симптомом «воздушной бронхограммы».

Ультразвуковая семиотика воспалительного инфильтрата имела определенные отличия в зависимости от морфологического типа пневмонии. Так, гипозоногенный участок встречался в исследовании как при плевропневмонии, так и при бронхопневмонии, однако при плевропневмонии гипозоногенная зона отмечалась в 100% случаев, в то время как при бронхопневмонии подобная ультразвуковая картина наблюдалась только в 42,9% случаев. Формирование гипозоногенного участка воспалительной инфильтрации легкого при плевропневмониях было обусловлено достаточно равномерным заполнением альвеол воспалительным экссудатом. На фоне гипозоногенной структуры визуализировались воздушные просветы бронхов — «симптом воздушной бронхограммы» в качестве характерного симптома плевропневмонии. Газ в просвете бронхов выглядел как гиперэхогенные линейные включения на фоне безвоздушного гипозоногенного участка инфильтрации, что свидетельствовало о сохраненной бронхиальной проходимости (рис. 2).

Осложнение в виде плеврального выпота диагностировано у 19 (34,5%) пациентов. Плевральный выпот преобладал у пациентов с плевропневмонией и был выявлен в 18 (37,5%) случаях.

При бронхопневмонии, выявленной у 7 (12,7%) пациентов, прослеживались участки скопления В-линии с формированием локальной зоны по типу гипозоногенного участка инфильтрации, но с несколько более высокой эхогенностью, чем при плевропневмонии и без симптома «воздушной бронхограммы» (рис. 3). Симптом «хвоста кометы» наблюдался при всех морфологических типах пневмоний. В зависимости от морфологического типа пневмонии его количество варьировало.

При выполнении УЗИ получено 55 истинно положительных результатов, 15 истинно отрицательных и 26 ложноотрицательных результатов. В настоящем исследовании не было получено ложноположительных результатов, поэтому чувствительность

Таблица 1. Результаты рентгенологического и ультразвукового исследования различных морфологических типов пневмонии

Table 1. Results of X-ray and ultrasound study of different morphological types of pneumonia

Тип пневмонии	Рентгенография	УЗИ
Плевропневмония	55 (57,3%)	48 (50%)
Бронхопневмония	26 (27,1%)	7 (7,3%)
Отсутствует визуализация	15 (15,6%)	41 (42,7%)
Итого	96	96

Таблица 2. Ультразвуковая семиотика пневмоний

Table 2. Ultrasound semiotics of pneumonias

Тип пневмонии	Количество пневмоний	Гипозоногенный участок	В-линии	Воздушная бронхограмма	Плевральный выпот
Плевропневмония	48	48 (100%)	48(100%)	48(100%)	18(37,5%)
Бронхопневмония	7	3(42,9%)	4(57,1%)	3(42,9%)	1(14,3%)
Общее количество	55	51	52	51	19

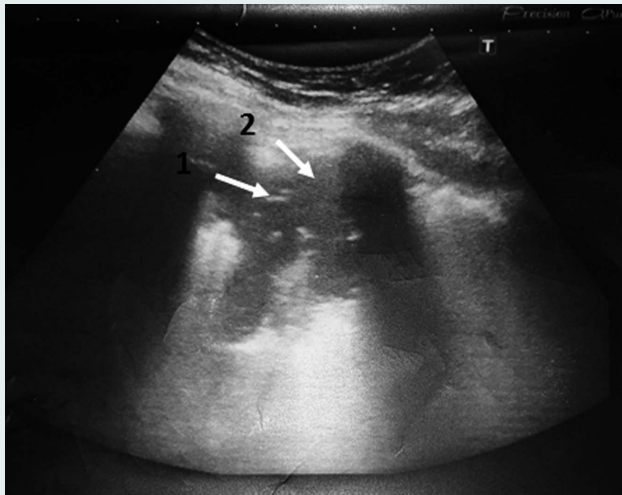


Рис. 2. Эхограмма плевропневмонии с элементами «воздушной бронхограммы» (1) в гипохогенном воспалительном инфильтрате (2)

Fig. 2. Echogram of pleuropneumonia with the elements of air bronchogram (1) in the hypoechogenic inflammatory infiltrate (2)

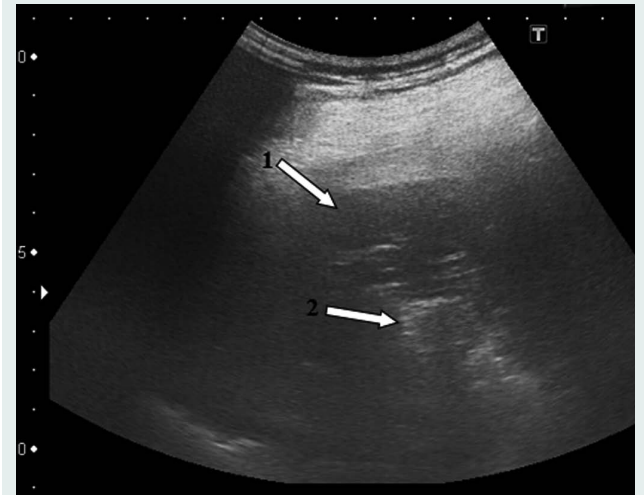


Рис. 3. Эхограмма бронхопневмонии с гипохогенным участком инфильтрации (1) и окружающими его В-линиями (2)

Fig. 3. Echogram of bronchopneumonia with hypoechogenic area of infiltration (1) and surrounding B-lines (2)

метода при исследовании всех морфологических типов пневмонии составляет 67,9%, а специфичность — 100%, диагностическая точность — 72,92%.

В зависимости от морфологических типов пневмонии наиболее доступной для визуализации с помощью ультразвука в нашем исследовании была плевропневмония, поэтому при анализе диагностической эффективности метода для этого вида пневмонии чувствительность достигла 87,27%, тогда как для бронхопневмонии — 26,92%. Подобная разница в чувствительности УЗИ в зависимости от морфологического субстрата (плевропневмония и бронхопневмония) приводила к снижению общей чувствительности метода.

Ультразвуковая динамика воспалительного инфильтрата прослеживалась с помощью 4 контрольных точек у 55 (57,3%) пациентов (1-я контрольная точка — в день поступления пациента по «скорой помощи», 2-я контрольная точка — на 3–4-е сутки госпитализации, 3-я контрольная точка — на 7-е сутки госпитализации, 4-я контрольная точка — на 10–14-е сутки госпитализации).

При этом оценивались: эхогенность воспалительного инфильтрата, его локализация, протяженность, наличие симптома «воздушной бронхограммы», распространенность и эхогенность, артефакт «хвост кометы», наличие или отсутствие осложнений в виде плеврального выпота и деструкций (табл. 3).

Результаты таблицы 3 свидетельствуют о наличии положительной динамики в состоянии воспалительного инфильтрата при УЗИ во 2-ю контрольную точку у подавляющего числа больных ($n=45$; 81,8%). Положительная динамика заключалась в уменьшении площади гипохогенного участка с $10,9 \pm 8,7$ см² до $5,5 \pm 4,8$ и $2 \pm 1,9$ см². Соответственно уменьшению площади гипохогенного участка снижались эхогенность, распространенность «воздушной бронхограммы» и количество В-линий.

Клинический пример

Пациент С., 66 лет, считает себя больным в течение нескольких дней, когда появились кашель с мокротой, слабость, лихорадка, повышенная потливость. После обращения в поликлинику было назначено лечение острого бронхита, осуществленное в полном объеме. При контрольном посещении участкового терапевта через 3 дня врачом заподозрена пневмония, рекомендовано в порядке скорой помощи обратиться в дежурный терапевтический стационар. Пациент бригадой «скорой помощи» доставлен в клинику Сибирского государственного медицинского университета, обследован, по данным рентгенографии выявлена правосторонняя полисегментарная плевропневмония (S3, S4), рисунки 4а, 4б, 4в.

Клинический пример

В динамике была оценена ультразвуковая картина (рис. 5а), а также рентгенологическая картина (рис. 5б, 5в) воспалительного инфильтрата.

При отрицательной динамике увеличение протяженности гипохогенного участка инфильтрации наблюдалось уже при

При отрицательной динамике увеличение протяженности гипохогенного участка инфильтрации наблюдалось уже при

Таблица 3. Динамика ультразвуковой картины у 55 пациентов с выявленной по данным УЗИ пневмонией в зависимости от контрольной точки

Table 3. Dynamics of ultrasound images in 55 patients with ultrasound-detected pneumonia depending on control point

Ультразвуковая семиотика	Гипохогенный участок		Бронхография		В-линии		Плевральный выпот	
Динамика	+	-	+	-	+	-	+	-
3-и сутки	45	3	45	3	45	3	14	4
7-е сутки	47	1	47	1	47	1	18	1

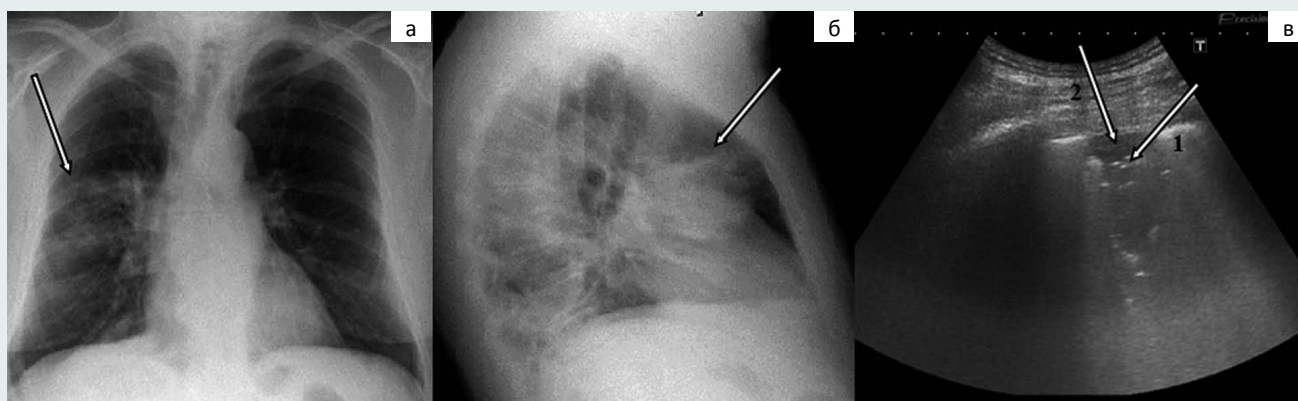


Рис. 4. Рентгенограмма органов грудной клетки в прямой (а), боковой (б) проекциях и ультразвуковое исследование легких в день поступления по «скорой помощи» (в): рентгенологическая картина плевропневмонии справа S3, S4 (а, б) и ультразвуковая картина плевропневмонии в S3 справа (в) с элементами «воздушной бронхограммы» (1) в гипозоногенном воспалительном инфильтрате (2)

Fig. 4. The images of X-ray of the thoracic organs in frontal (a) and lateral (б) projections and the lung ultrasound examination at a day of emergency admission (в): X-ray picture of pleuropneumonia in S3 and S4 (а, б) and in S3 of the right lung (в) with elements of air bronchogram (1) in hypoechogenic inflammatory infiltrate (2)

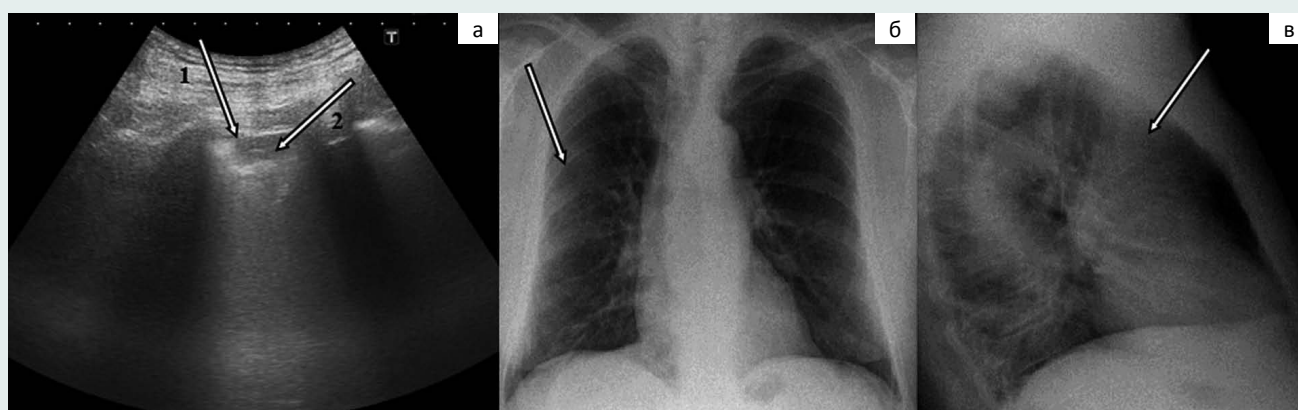


Рис. 5. Ультразвуковое мониторирование пневмонии в S3 на 3-и сутки госпитализации (1-я контрольная точка) (а) и рентгенография органов грудной клетки на 7-е сутки госпитализации (б, в): положительная динамика в виде уменьшения протяженности гипозоногенного участка воспалительной инфильтрации (1), снижение эхогенности и уменьшение распространенности «воздушной бронхограммы» 2 (а). Стадия разрешения плевропневмонии в S3, S4 справа по данным рентгенографии (б, в)

Fig. 5. Ultrasound monitoring of pneumonia in S3 at day 3 of hospitalization (control point 1) (а) and X-ray of thoracic organs at day 7 of hospitalization (б, в): positive dynamics in the form of a decrease in the size of hypoechogenic area of inflammatory infiltration (1), decreases in the echogenicity and size of air bronchogram 2 (а). Resolution stage of pneumonia in S3 and S4 on the right according to data of X-ray examination (б, в)

проведении 2-й контрольной точки (3-и сутки) у 3 пациентов. В одном случае увеличение протяженности инфильтрата было выявлено на 7-е сутки исследования. Также отмечалось увеличение экзогенности и распространенности «воздушной бронхограммы» на единицу площади, количества плеврального выпота на 3-и сутки исследования в 4 случаях. При проведении 3-й контрольной точки у одного (1,8%) пациента визуализировалось увеличение интенсивности симптома «воздушной бронхограммы», в одном случае — увеличение количества плеврального выпота. Плевральный выпот выявлен при первичном исследовании у 19 (34,5%) больных, у 18 (32,7%) человек он уменьшился в динамике.

Обсуждение

Рентгенография органов грудной клетки является основополагающим методом диагностики пневмонии, однако достаточно часто наблюдаются сложности в интерпретации состояния воспалительной инфильтрации за счет конституциональных особенностей больного (гиперстенический тип грудной клетки, большие грудные железы), эффекта суммации, воспалительной инфильтрации на фоне нарушения гемодинамики/пневмофиброза [4, 5]. Рентгенография имеет существенные ограничения для частого мониторирования пневмонии из-за высокой лучевой нагрузки, особенно в педиатрической практике. В свя-

зи с этим целесообразно использование неионизирующей диагностической модальности — ультразвукового исследования, поскольку появление жидкости или плотного субстрата делает легкие доступными для визуализации при ультразвуковом сканировании [8–10]. Однако существуют разнонаправленные мнения о диагностической эффективности данного метода при исследовании органов дыхания [14, 15].

В настоящем исследовании планировалось уточнить возможности УЗИ легких в диагностике пневмоний с различными морфологическими субстратами воспаления у взрослого контингента, а также оценить возможности мониторинга динамики воспалительного инфильтрата в сравнении с данными рентгенографического исследования.

Результаты УЗИ показали чувствительность 67,9% и достаточно высокую специфичность (100%) метода в выявлении пневмонии. Однако чувствительность для плевропневмонии составила 87,27%, что значительно повышает диагностическую точность ультразвукового метода для данного морфологического типа пневмонии. В целом на показатели чувствительности влияли недостаточная протяженность поражения легких для вовлечения плевры в воспалительный процесс, локализация пневмонии в труднодоступных для ультразвукового луча областях (надключичная ямка, подлопаточная зона и ретрокардиальная зона), а также морфологический субстрат пневмонии. Достаточно высокая специфичность ультразвукового метода обеспечивалась оценкой морфологического типа и протяженности воспалительного инфильтрата при плевропневмонии.

Существует достаточно мало работ, посвященных ультразвуковой оценке динамики пневмонии у взрослого контингента [6]. В нашем исследовании на 3-и сутки была выявлена в 81,8% положительная динамика наблюдений, которая заключалась в уменьшении протяженности гипозоногенного участка

инфильтрации от периферии к центру, уменьшении экзогенности и распространенности «воздушной бронхограммы» на единицу площади, уменьшении или отсутствии количества В-линий, а также уменьшении плеврального выпота при его наличии. Положительная динамика, по данным УЗИ, полученная на 3-и сутки, согласовывалась в дальнейшем с данными рентгенологического мониторинга и косвенно свидетельствовала о подавлении в зоне воспаления бактериальной инфекции (на фоне проводимой антибактериальной терапии) и начале разрешения пневмонической инфильтрации. Из общего количества мониторируемых больных отрицательная динамика отмечалась у 2 пациентов на 3-и и 7-е сутки исследования (2–3-я контрольные точки соответственно) и была представлена увеличением протяженности гипозоногенного участка, увеличением экзогенности и распространенности «воздушной бронхограммы» на единицу площади, увеличением количества В-линий, а также увеличением плеврального выпота и появлением деструкции в виде безвоздушного участка неправильной формы с зоной пониженной экзогенности с гипэрзоногенными линейными сигналами в центре.

Поскольку ультразвуковые данные о положительной и отрицательной динамике пневмонии, с одной стороны, опережали данные стандартных сроков контрольной рентгенографии, а с другой стороны, подтверждались при дальнейшем клинико-рентгенологическом наблюдении, становится обоснованной роль ультразвукового мониторинга воспалительного инфильтрата для оценки эффективности проводимой антибиотикотерапии в более ранние сроки.

Использование УЗИ в диагностическом алгоритме больных пневмонией позволит осуществлять неоднократно наблюдение пациентов во время лечения в динамике и обеспечить дополнительную информацию для лечащего врача без воздействия ионизирующего излучения на организм пациента.

Литература

1. Lichtenstein D.A. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015;147:1659–1670.
2. Alzahrani S.A., Al-Salamah M.A., Al-Madani W.H., Elbarbary M.A. Systematic review and meta-analysis for the use of ultrasound versus radiology in diagnosing of pneumonia. *Crit. Ultrasound J.* 2017;9(1):6.
3. Unluer E., Karagoz A., Senturk G., Karaman M., Olow K., Bayata S. Bed-side lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia. *Hong Kong Am. J. Emerg. Med.* 2013;20(2):98–104.
4. Cortellaro F., Ceriani E., Spinelli M., Campanella C., Bossi I., Coen D., et al. Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary edema. *Intern. Emerg. Med.* 2017, Oct;12(7):1011–1017. DOI: 10.1007/s11739-016-1510-y.
5. Guyi W., Xiaoying J. Lung ultrasound: a promising tool to monitor ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Crit. care.* 2016;20:13054–13016. DOI: 10.1186/s13054-016-1487-y.
6. Blaivas M. Lung Ultrasound in Evaluation of Pneumonia. *Ultrasound in medicine.* 2012;6:823–826.
7. Дианова Т.И., Сафонов Д.В. Ультразвуковой мониторинг и возрастные эхографические особенности внебольничных пневмоний у детей. *Современные технологии в медицине.* 2015;7(2):113–119.
8. Ольхова Е.Б., Хаспеков Д.В., Буваева Г.С. Диагностическая ценность ультразвукового исследования легких и плевральных полостей при неотложных состояниях у детей. *Медицинская визуализация.* 2004;4:95–101.
9. Goran R. Lung ultrasound in the diagnosis of pediatric pneumonia. *Acta Medica Academic.* 2016;45(1):82–83.
10. Yilmaz H.L., Özkaya A.K., Sarı Gökay S., Tolu Kendir Ö., Senol H. Point-of-care lung ultrasound in children with community acquired pneumonia. *Am. J. Emerg. Med.* 2017. Jul;35(7):964–969. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.01.065.
11. Interrigi M.C., Trovato F.M., Catalano D., Trovato G.M. Emergency thoracic ultrasound and clinical risk management. *Ther. Clin. Risk Manag.* 2017;13:151–160.
12. Chavez M.A., Shams N., Ellington L.E., Naithani N., Gilman R.H., Steinhoff M.C., et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir. Res.* 2014;15:50. DOI: 10.1186/1465-9921-15-50.
13. Reissig A., Copetti R., Mathis G., Mempel C., Schuler A., Zechner P., et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest*. 2012;142(4):965–972.
14. Boursiani C., Tsolia M., Koumanidou C., Malagari A., Vakaki M., Karapostolakis G., Mazioti A., et al. Lung Ultrasound as First-Line Examination for the Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in Children. *Pediatr. Emerg. Care.* 2017;33(1):62–66.
15. Caiulo V.A., Gargani L., Caiulo S., Fiscaro A., Moramarco F., Latini G., et al. Lung ultrasound characteristics of community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Pediatr. Pulmonol.* 2013;48(3):280–287.

References

1. Lichtenstein D.A. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015;147:1659–1670.
2. Alzahrani S.A., Al-Salamah M.A., Al-Madani W.H., Elbarbary M.A. Systematic review and meta-analysis for the use of ultrasound versus radiology in diagnosing of pneumonia. *Crit. Ultrasound J.* 2017;9(1): 6.
3. Unluer E., Karagoz A., Senturk G., Karaman M., Olow K., Bayata S. Bed-side lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia. *Hong Kong Am. J. Emerg. Med.* 2013;20(2):98–104.
4. Cortellaro F., Ceriani E., Spinelli M., Campanella C., Bossi I., Coen D., et al. Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary ede-

- ma. *Intern. Emerg. Med.* 2017, Oct;12(7):1011–1017. DOI: 10.1007/s11739-016-1510-y.
5. Guyi W., Xiaoying J. Lung ultrasound: a promising tool to monitor ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Crit. care.* 2016;20:13054–13016. DOI: 10.1186/s13054-016-1487-y.
 6. Blaivas M. Lung Ultrasound in Evaluation of Pneumonia. *Ultrasound in medicine.* 2012;6:823–826.
 7. Dianova T.I., Safonov D.V. Ultrasonic monitoring and age-related echographic features of community-acquired pneumonia in children. *Modern technologies in medicine.* 2015;7(2):113–119 (In Russ.).
 8. Ol'khova E.B., Khaspekov D.V., Buvaeva G.S. Diagnostic value of ultrasound examination of the lungs and pleural cavities in urgent conditions in children. *Medical vizualization.* 2004;4:95–101 (In Russ.).
 9. Goran R. Lung ultrasound in the diagnosis of pediatric pneumonia. *Acta Medica Academica.* 2016;45(1):82–83.
 10. Yilmaz H.L., Özkaya A.K., Sarı Gökay S., Tolu Kendir Ö., Senol H. Point-of-care lung ultrasound in children with community acquired pneumonia. *Am. J. Emerg. Med.* 2017, Jul;35(7):964–969. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.01.065.
 11. Interrigi M.C., Trovato F.M., Catalano D., Trovato G.M. Emergency thoracic ultrasound and clinical risk management. *Ther. Clin. Risk Manag.* 2017;13:151–160.
 12. Chavez M.A., Shams N., Ellington L.E., Naithani N., Gilman R.H., Steinhoff M.C., et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir. Res.* 2014;15:50. DOI: 10.1186/1465-9921-15-50.
 13. Reissig A., Copetti R., Mathis G., Mempel C., Schuler A., Zechner P., et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest.* 2012;142 (4):965–972.
 14. Boursiani C., Tsolia M., Koumanidou C., Malagari A., Vakaki M., Karapostolakis G., et al. Lung Ultrasound as First-Line Examination for the Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in Children. *Pediatr. Emerg. Care.* 2017;33(1):62–66.
 15. Caiulo V.A., Gargani L., Caiulo S., Fiscaro A., Moramarco F., Latini G., et al. Lung ultrasound characteristics of community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Pediatr. Pulmonol.* 2013;48(3):280–287.

Информация о вкладе авторов

Чуяшенко Е.В. — разработка дизайна и интерпретация данных.
Завадовская В.Д. — проверка критически важного интеллектуально-го содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.
Агеева Т.С. — проверка критически важного интеллектуального содержания.

Просекина Н.М. — разработка дизайна и интерпретация данных.
Зоркальцев М.А. — разработка концепции и дизайна исследования, проверка критически важного интеллектуального содержания.
Федорова Е.И. — разработка дизайна и интерпретация данных.

Сведения об авторах

Чуяшенко Елена Васильевна*, врач-рентгенолог, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.
E-mail: chuyashenko.lena@mail.ru.

Завадовская Вера Дмитриевна, д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.
E-mail: wdzav@mail.ru.

Агеева Татьяна Сергеевна, д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом терапии педиатрического факультета, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Просекина Наталия Михайловна, канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Зоркальцев Максим Александрович, канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Федорова Екатерина Игоревна, ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Information about the authors

Elena V. Chuyashenko*, Radiologist, Siberian State Medical University.
E-mail: chuyashenko.lena@mail.ru.

Vera D. Zavadovskaya, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of X-Ray Diagnostics and Radiotherapy, Siberian State Medical University.
E-mail: wdzav@mail.ru.

Tatyana S. Ageeva, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Propeaedeutics of Internal Diseases with the Course of General Medicine at the Department of Pediatrics, Siberian State Medical University.

Nataliya M. Prosekina, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of X-Ray Diagnostics and Radiotherapy, Siberian State Medical University.

Maxim A. Zorkaltsev, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of X-Ray Diagnostics and Radiotherapy, Siberian State Medical University.

Ekaterina I. Fedorova, Assistant Professor of the Department of X-Ray Diagnostics and Radiotherapy, Siberian State Medical University.

Поступила 13.12.2018, принята к печати 08.02.2019
Received December 13, 2018, accepted for publication February 08, 2019