

Ультразвуковые исследования в пульмонологии

Ж.К. Науменко, Г.В. Неклюдова

Современную диагностику заболеваний органов дыхания невозможно представить без таких методов, как исследование функции внешнего дыхания, рентгенологическое исследование, компьютерная томография (КТ) легких, а в последнее время врачи-пульмонологи всё чаще и чаще используют в своей практике ультразвуковые (УЗ) методы. Преимуществом ультразвукового исследования (УЗИ) является широкая доступность метода и хорошее аппаратное оснащение больниц. Исследование может выполняться с помощью любых УЗ-приборов без применения специального программного обеспечения [1]. Дополнительное преимущество метода заключается в том, что исследование может быть проведено в положении больного как лежа, так и сидя или стоя. При наличии портативного УЗ-сканера исследование может быть выполнено у постели больного.

Уже при первом осмотре пациента, жалующегося на одышку или кашель, требуется уточнение причины возникновения данных симптомов: недостаточность сердечно-сосудистой системы или заболевание органов дыхания. В этом случае большую помощь может оказать эхокардиография (ЭхоКГ), позволяющая выявить патологию левых отделов сердца, оценить состояние правых отделов и достаточно точно измерить давление в легочной артерии (ЛА). Кроме того, УЗИ помогает выявить наличие жидкости как в полости перикарда, так и в плевральных полостях. При необходимости пунктирования плевральной полости с помощью УЗИ можно четко указать регион наибольшего скопления жидкости, т.е. выделить наиболее удачное место для пункции. При ЭхоКГ у пациентов, страдающих заболеваниями органов дыхания, часто требуется исключить патологию правых отделов сердца и рассчитать давление в ЛА. При подозрении на тромбоз легочной артерии (ТЭЛА) врачи-пульмонологи нередко кроме ЭхоКГ назначают дуплексное сканирование сосудов нижних конечностей для выявления тромбов, являющихся хирургической патологией и требующих вмешательства сосудистых хирургов. При саркоидозе с помощью УЗИ можно исключить или подтвердить увеличение периферических лимфоузлов

и оценить их структуру. При параличе диафрагмы ультразвук позволяет выявить снижение экскурсии диафрагмы или ее парадоксальное движение.

Легочное сердце

В настоящее время наиболее доступным и точным методом диагностики легочного сердца (ЛС) является ЭхоКГ. Сегодня под ЛС понимают компенсаторные изменения, происходящие в сердце (главным образом, в правом желудочке – ПЖ) при болезнях легких, деформациях грудной клетки или нарушениях в малом круге кровообращения. Этот термин не используется для описания изменений ПЖ при патологии левых отделов сердца, врожденных и приобретенных пороках сердца [2]. Любой патологический процесс в легких, вызывающий легочную гипертензию,

Лаборатория функциональных и ультразвуковых методов исследования НИИ пульмонологии ФМБА России, Москва.

Жанна Константиновна Науменко – канд. мед. наук, ст. науч. сотр.

Галина Васильевна Неклюдова – канд. мед. наук, ст. науч. сотр.

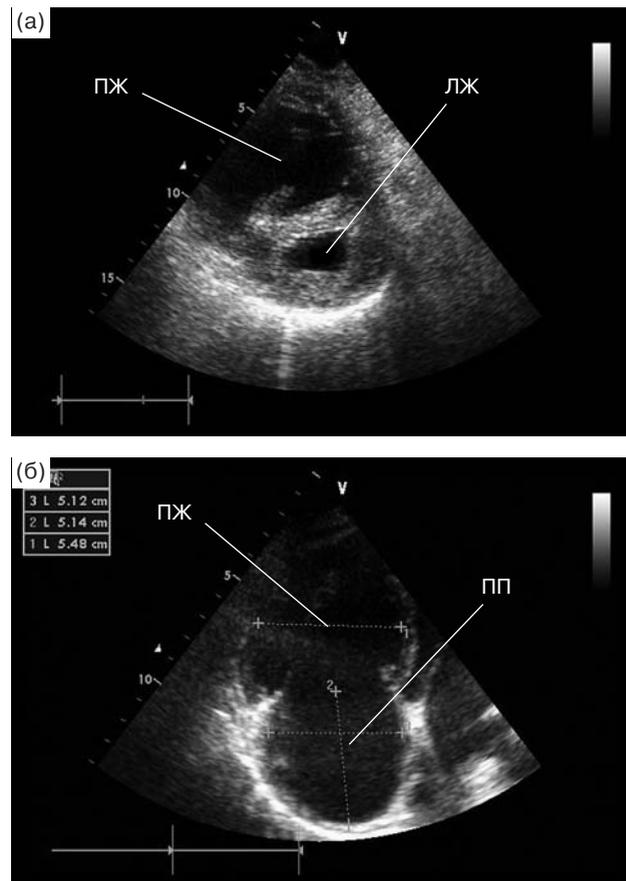


Рис. 1. Дилатация ПЖ и ПП. а – парастеральная позиция, короткая ось левого желудочка (ЛЖ), б – апикальная четырехкамерная позиция.

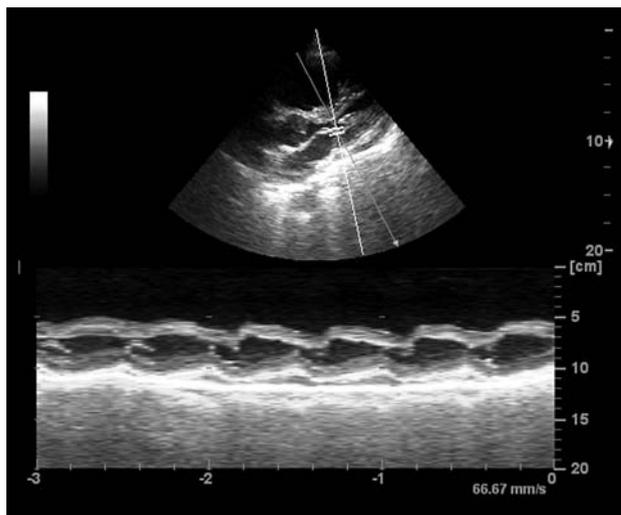


Рис. 2. Парадоксальное движение межжелудочковой перегородки. Парастернальная позиция, длинная ось ЛЖ.

может приводить к формированию ЛС: длительное повышение давления в ЛА приводит к гипертрофии, а со временем – к дилатации и недостаточности ПЖ.

Чаще всего причиной ЛС является хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), но ЛС может развиваться и при ТЭЛА, муковисцидозе, коллагенозах, саркоидозе, ожирении. Различают острое и хроническое ЛС (ХЛС). Главная причина острого ЛС – ТЭЛА, хронического – хронические заболевания легких. Следует заметить, что повторные ТЭЛА тоже могут приводить к формированию ХЛС. В целом, все патологические процессы, осложняющиеся развитием ХЛС, могут быть условно объединены в три большие группы:

1) заболевания бронхолегочного аппарата: ХОБЛ, фиброз легких, врожденная патология легких (муковисцидоз, гипоплазия и т.д.), гранулематозы;

2) заболевания с первичным поражением легочных сосудов: системные васкулиты, повторные тромбозы в мелкие ветви ЛА, первичная легочная гипертензия;

3) торакодиафрагмальные поражения: деформации грудной клетки, ожирение (синдром Пиквика), миастения.

Основными ЭхоКГ-признаками как острого ЛС, так и ХЛС являются: расширение ПЖ и правого предсердия (ПП) (рис. 1), парадоксальное движение межжелудочковой перегородки (рис. 2), повышение давления в ЛА [2, 3]. Расчет параметров систолической функции ПЖ затруднен из-за формы ПЖ и положения сердца в грудной клетке. С этой целью в настоящее время используют несколько подходов: оценивают степень уменьшения площади ПЖ в систолу по сравнению с диастолой (FAC), в М-режиме определяют амплитуду движения фиброзного кольца передней створки трикуспидального клапана (ТК) (TAPSE), в режиме импульсного тканевого доплера определяют скорость движения фиброзного кольца передней створки ТК в систолу. Характер нарушений диастолической функции ПЖ при различных заболеваниях продолжают изучать. Четкой

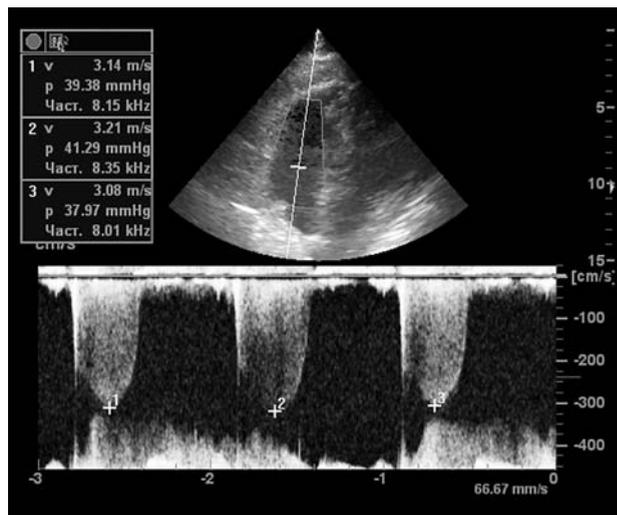


Рис. 3. Расчет максимального систолического давления в ЛА по скорости струи трикуспидальной регургитации. Учитывая незначительную разницу систолического давления между ПЖ и ЛА, этой разницей можно пренебречь и принять систолическое давление в ПЖ за систолическое давление в ЛА (при отсутствии стеноза клапана ЛА). Систолическое давление в ЛА равно сумме градиента давления между ПЖ и ПП плюс давление в ПП ($P_{\text{ЛА}} S = P_{\text{ПЖ}} S + P_{\text{ПП}} S + P_{\text{ГТК}} S + P_{\text{ПП}}$). Для расчета систолического давления в ЛА измеряют максимальную скорость струи трикуспидальной регургитации в режиме непрерывно-волнового доплера и с помощью уравнения Бернулли ($P_{\text{ГТК}} = 4V^2$) рассчитывают градиент давления между ПЖ и ПП (эта формула заложена в приборах).

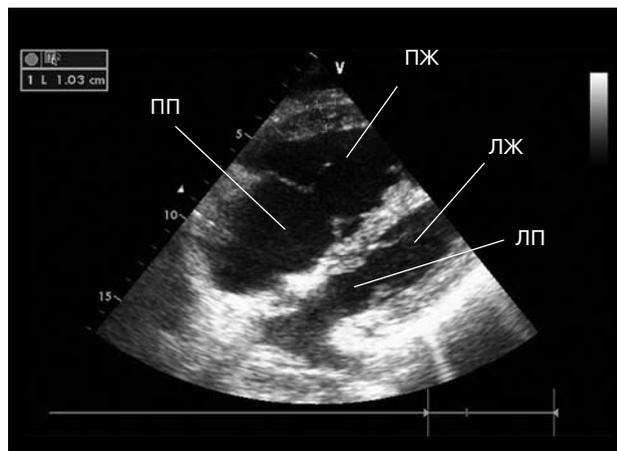


Рис. 4. Гипертрофия стенки ПЖ. Субкостальная позиция. ЛП – левое предсердие.

связи между нарушениями систолической функции ПЖ и степенью легочной гипертензии не выявлено.

Легочная артерия

С помощью ЭхоКГ можно рассчитать систолическое (рис. 3), диастолическое и среднее давление в ЛА [2, 3]. В клинической практике наиболее часто рассчитывают систолическое давление в ЛА, так как доказана высокая корреляция этого метода с инвазивным методом измерения дав-

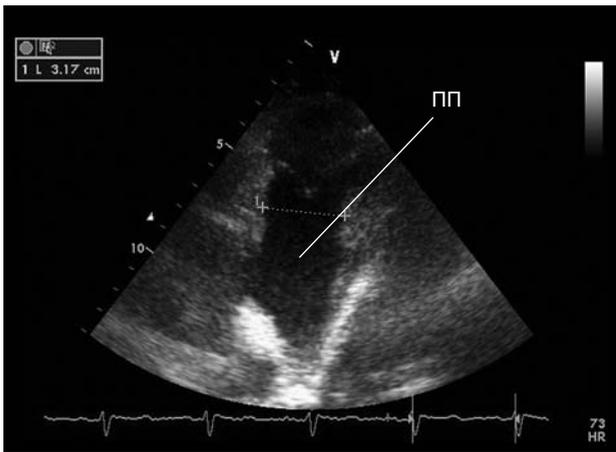


Рис. 5. Дилатация ствола ЛА. Парастернальная позиция, короткая ось на уровне аорты.

ления в ЛА (методом Свана–Ганца). Считается, что расчетное систолическое давление в ЛА в норме не превышает 35 мм рт. ст., диастолическое давление – 8–10 мм рт. ст., среднее давление – 20 мм рт. ст. При ХЛС можно выявить гипертрофию стенки ПЖ (рис. 4). Кроме того, увеличение объема ПЖ как при ХЛС, так и при остром ЛС приводит к сдавлению левого желудочка (ЛЖ) и нарушает его наполнение, что проявляется диастолической дисфункцией ЛЖ [2, 3].

Эхокардиография позволяет оценить состояние клапана ЛА и выявить его стеноз или недостаточность, а также измерить диаметр ствола ЛА (рис. 5). При увеличении диаметра ствола ЛА можно заподозрить наличие аневризмы. Патология легочного клапана редко бывает приобретенной. Чаще всего встречается врожденный порок – стеноз легочного клапана.

УЗИ грудной клетки

В настоящее время в пульмонологической практике всё чаще используется УЗИ грудной клетки с целью выявления патологии плевры и легкого. Поскольку при УЗИ воздушная легочная ткань не препятствует визуализации плевральной полости, а жидкость в плевральной полости обладает хорошими акустическими свойствами, то имеется возможность изучить эхоструктуру плевральной полости, состояние плевральных листков и участков легкого, прилежащих к жидкости. При этом информативность УЗИ плевральной полости значительно превосходит таковую УЗИ легкого.

В многочисленных исследованиях выявлено, что УЗИ плевры и плевральной полости по чувствительности и специфичности значительно превосходит рентгенографию и КТ [1, 4, 5]. В свою очередь, использование рентгенологических методов исследования необходимо для оценки состояния легочной паренхимы, бронхиального дерева, грудной клетки при поиске экстраплевральных причин появления жидкости, а также при гидропневмотораксе. В некоторых клинических ситуациях невозможно получить информативное УЗ-изображение. Слой воздуха

в мягких тканях грудной стенки при подкожной и межмышечной эмфиземе и пневмоторакс вызывают полное отражение УЗ-волн. В этом случае рентгенологические методы исследования являются более информативными и позволяют оценить степень коллабирования легкого и распространенность воздуха по плевральной полости [6].

В методологии УЗИ грудной клетки существует два подхода – поисковый и прицельный режимы сканирования. Более экономичным является прицельное УЗ-сканирование после проведения рентгенографии грудной клетки в двух проекциях.

Специалист, проводящий УЗИ грудной клетки, должен установить факт наличия жидкости в плевральной полости, определить ее локализацию и примерный объем выпота, по возможности выяснить этиологию плеврального выпота, оценить состояние легочной ткани, плевральных листков, а также мягких тканей грудной стенки, произвести разметку для выполнения плевральной пункции.

Заболевания плевры

Среди причин появления жидкости в плевральной полости можно выделить следующие: воспалительные изменения, опухолевое поражение, нарушение целостности плевральных листков, нарушение крово- и лимфообращения, а также снижение коллоидно-осмотического давления плазмы крови.

Плевральные выпоты в зависимости от биохимического и цитологического состава жидкости, а также от патогенеза разделяются на транссудаты и экссудаты. Накопление транссудата в плевральной полости называется гидротораксом. **Гидроторакс** возникает в тех случаях, когда количество образующейся плевральной жидкости превышает количество выводимой. Такая патологическая ситуация формируется при застойной сердечной недостаточности, циррозе печени, нефротическом синдроме.

При гидротораксе содержимое плевральной полости, как правило, однородное, полной акустической прозрачности (анэхогенное), не имеет никаких включений и свободно распределено в плевральной полости. Плевральные листки не изменены (рис. 6).

При отсутствии данных о наличии первичной патологии органов, которая могла бы быть причиной транссудата, и при обнаружении жидкости в обеих плевральных полостях и в полости перикарда следует исключить экссудативный характер жидкости, в первую очередь метастатической этиологии. С этой целью проводят исследование плевральных листков для выявления опухолевого поражения плевры (метастазов на плевре или первичного опухолевого поражения), причем данное исследование следует выполнять до плевральной пункции, поскольку большое количество жидкостного содержимого является хорошим УЗ-окном. Для обнаружения плевральных метастазов рентгенография грудной клетки неинформативна [2].

Экссудат отличается от транссудата большей относительной плотностью (более 1,018), высоким содержанием

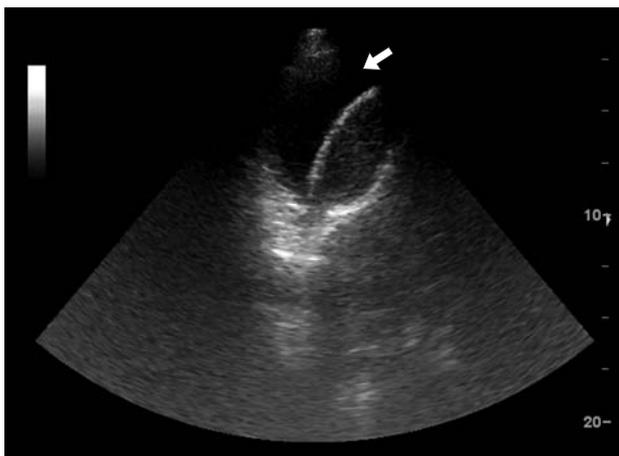


Рис. 6. Анэхогенный выпот в плевральной полости (транссудат) (стрелка).

белка (более 30 г/л). **Экссудативный плеврит** наиболее часто возникает при распространении инфекционного воспалительного процесса с легких на плевру, а также может наблюдаться при метастатическом поражении плевры, злокачественных опухолях легких. Поскольку экссудат характеризуется высоким содержанием белка, то отмечается выпадение фибрина в осадок с образованием плевральных наложений различной толщины и распространенности, появление фибриновых тяжей, нитей, взвеси (рис. 7, 8) [1, 6]. При организации выпота фибриновые наложения на плевральных листках организуются в плотную соединительную ткань с формированием плевральных шварт.

Эмпиема плевры, или пиоторакс, является результатом неблагоприятного течения экссудативного плеврита. Пиоторакс характеризуется наличием содержимого довольно густой консистенции, имеющего высокую акустическую плотность (аналогичную таковой нормальной печени или превышающую ее), и малой подвижностью [1]. При неблагоприятном течении пиоторакса возможен переход патологического процесса на ткани грудной стенки с обра-

зованием подкожного абсцесса или развитием бронхоплеврального свища.

Кроме перечисленных выше вариантов, возможно скопление в плевральной полости крови (**гемоторакс**) или лимфы (**хилоторакс**). При геморрагическом характере выпота изменяется его эхоструктура, которая характеризуется появлением плотной мелкозернистой однородной взвеси, умеренно подвижной при дыхании. Кроме того, возможно выявление тромботических масс.

Различают свободные и осумкованные плевральные выпоты. Осумкование может быть полным или частичным. Наибольшую склонность к осумкованию имеет гнойный экссудат. Следует отметить, что УЗИ-метод не всегда позволяет визуализировать осумкованные плевриты. При сохранении нормальной воздушности прилежащего отдела легкого визуализация парамедиастинальных и междолевых плевритов невозможна.

Наиболее простой способ количественной оценки объема плеврального содержимого – определение расхождения плевральных листков, т.е. толщины паракостального (наибольшего расстояния между костальной поверхностью воздушного легкого и грудной стенкой) или субпульмонального (наибольшего расстояния между базальной поверхностью легкого и диафрагмой) слоя жидкости [1]. На наш взгляд, этот способ достаточно прост, наименее субъективен, высокопроизводителен, поэтому может применяться при динамическом наблюдении, причем как внутри одного, так и между разными лечебными учреждениями.

Кроме данного подхода к оценке количества плеврального содержимого существуют различные математические способы расчета объема плевральной жидкости. Однако следует отметить, что все эти способы позволяют дать приблизительную количественную оценку со значительной погрешностью, поскольку свободный плевральный выпот может иметь сложную геометрическую форму с наличием множества разнообразных по величине и форме плотных структур. Кроме того, этот подход не лишен немалой доли субъективизма и требует высокой квалификации персона-

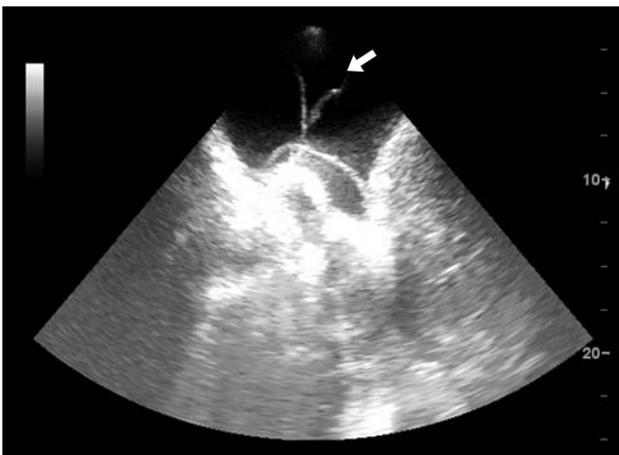


Рис. 7. Экссудативный плеврит с наличием фибриновых нитей (стрелка).

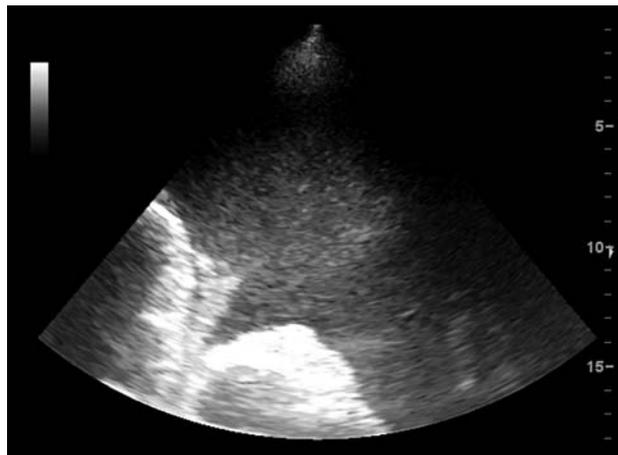


Рис. 8. Экссудативный плеврит с неоднородной взвесью средней плотности.

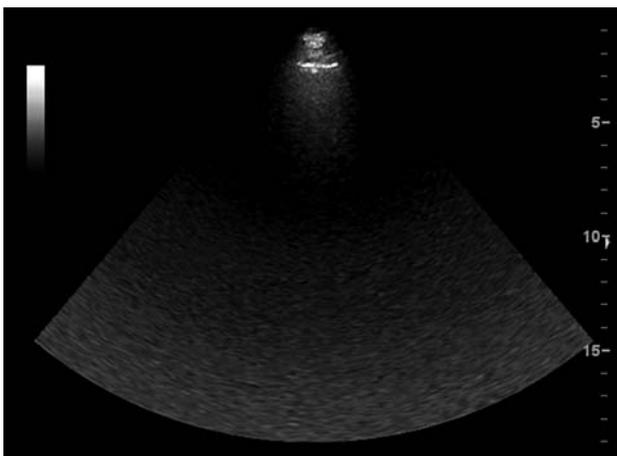


Рис. 9. УЗ-картина неизменной легочной ткани.

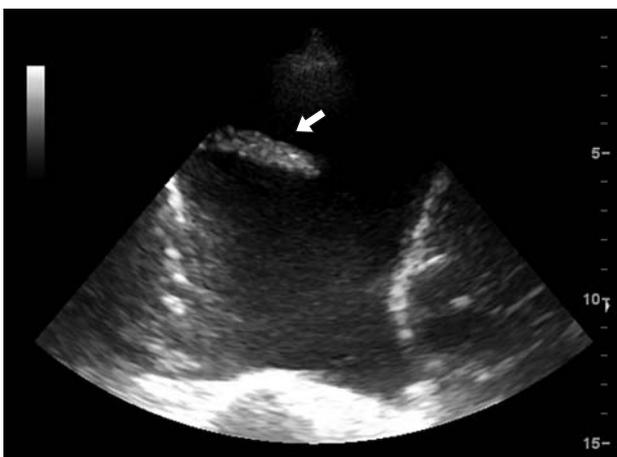


Рис. 10. Массивный плевральный выпот, компрессионный ателектаз (стрелка).

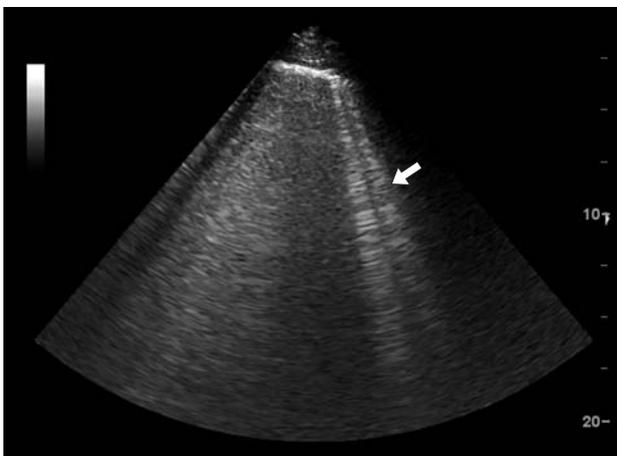


Рис. 11. УЗ-эффект «хвост кометы» (стрелка).

ла. Можно достаточно точно определить объем осумкованного выпота благодаря его правильной геометрической форме, применив формулу для расчета объема эллипса.

Третий подход к определению количества свободной жидкости в плевральной полости – это эмпирическая оцен-

ка, основанная на последовательности изменения эхокартины выпота в зависимости от его объема [1]. Так, обнаружение минимального количества свободной жидкости в заднем реберно-диафрагмальном синусе возможно при объеме выпота около 5 мл, при этом форма его треугольная. По мере увеличения количества жидкости меняется площадь выпота, а затем и его форма и взаимоотношение жидкости и легочной ткани. При плевральных выпотах более 500 мл возникает компрессионный ателектаз нижнего края легкого. Зная последовательность УЗ-изменений, исследователь может оценить приблизительный диапазон значений объема выпота. Данный метод довольно субъективен, и результат исследования во многом зависит от опыта врача.

Таким образом, УЗИ плеврального выпота неопределимо по информативности. Учитывая радиологическую безопасность, УЗИ плевральной полости является важным инструментом динамического наблюдения за выявленными патологическими изменениями.

УЗИ легочной паренхимы

Следующим компонентом, который может быть оценен при УЗИ грудной стенки, является легочная ткань. Поскольку УЗ-луч в норме отражается от воздуха в субплевральных альвеолах, то получаемая картина отображает самые поверхностные слои воздушной ткани легкого и не позволяет визуализировать структуры легочной ткани, расположенные глубже (рис. 9) [6–8]. Визуализация легочной ткани становится возможной, если легочная паренхима теряет воздушность (синдром потери воздушности легочной ткани) [5]. Такая ситуация возникает при сдавлении легочной ткани извне (например, при ателектазах), при воспалительной инфильтрации легочной ткани (рис. 10), при этом УЗ-картина этих патологических изменений будет различной.

Для совершенствования диагностического процесса важное значение имеет динамическое наблюдение. Так, УЗ-картина воспалительной инфильтрации легочной ткани при адекватной консервативной терапии весьма динамична по сравнению с изменениями, вызванными ателектазом. При компрессионном ателектазе уменьшение безвоздушного участка легочной ткани происходит пропорционально снижению объема жидкости в плевральной полости, поэтому после пункционной эвакуации плеврального выпота воздушность легочной ткани восстанавливается.

В последнее время всё чаще обсуждается вопрос о возможности использования УЗ-феномена, возникающего при отражении звуковых волн от уплотненного участка легочной ткани и названного «хвостом кометы». Этот УЗ-эффект выглядит на экране как экзогенный вертикально расположенный луч (или лучи), идущий от плевральной линии и расширяющийся к противоположному краю экрана (рис. 11). В проведенных к настоящему времени исследованиях установлено, что множественные экзогенные линии («хвосты кометы») могут присутствовать при интерстициальных поражениях легких, отеке легких, застойной сердечной недостаточности [9–12]. Продемонстрирована связь выражен-

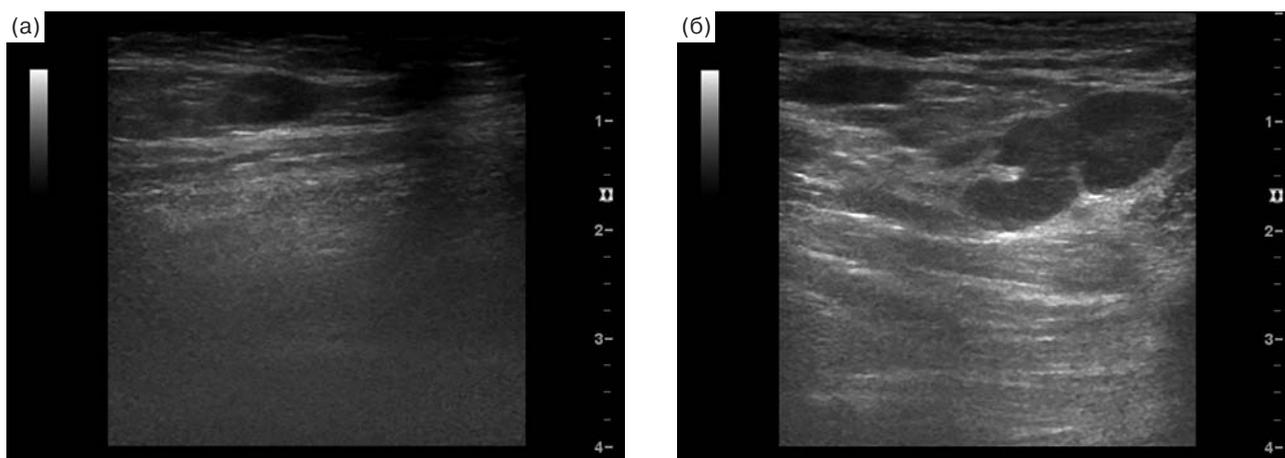


Рис. 12. Увеличение периферических лимфоузлов при саркоидозе легких. а – нормальный лимфатический узел, б – увеличенный подмышечный лимфоузел у больной саркоидозом легких.

ности этого феномена с изменениями на КТ и функциональными изменениями легких (в частности, с диффузионной способностью легких) [12]. Основным лимитирующим фактором данного метода является субъективный характер визуальной оценки, однако метод может рассматриваться как скрининговый при первичной диагностике патологии легочной паренхимы.

УЗИ при саркоидозе

В клинической практике у больных саркоидозом легких нередко бывает необходимо оценить состояние периферических лимфатических узлов. С помощью УЗИ можно как выявить увеличение отдельных групп лимфоузлов, так и оценить их структуру. В норме лимфатический узел при УЗИ выглядит как образование овальной формы с четкими ровными контурами, с гипоэхогенной краевой частью и гиперэхогенной сердцевиной, размером не более 10 мм. Выявление увеличенных лимфоузлов округлой формы, гипоэхогенной структуры без гиперэхогенной срединной части свидетельствует о генерализации процесса (рис. 12), а уменьшение их размеров и нормализация структуры на фоне лечения – о положительной динамике.

Таким образом, многопрофильное использование УЗИ может помочь врачу-пульмонологу правильно построить

дальнейший диагностический процесс, выбрать адекватную тактику лечения или скорректировать ее, оценить динамику заболевания. Наметившиеся перспективы развития УЗ-методов исследования позволят расширить спектр их использования, повысить их информативность и точность, что, несомненно, отразится на качестве диагностического процесса, в том числе в пульмонологии.

Список литературы

1. Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Ультразвуковая диагностика плевральных выпотов: Учеб. пособие. М., 2011.
2. Шиллер Н., Осипов М. Клиническая эхокардиография. М., 2005.
3. Рыбакова М.К. и др. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. М., 2008.
4. Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Ультразвуковая диагностика воспалительных заболеваний легких: Учеб. пособие. М., 2011.
5. Ультразвуковая визуализация воспалительных легочно-плевральных процессов: Метод. рек. для врачей / Под ред. Г.И. Сторожакова, Б.Е. Шахова. М., 2011.
6. Grymiski J. et al. // Chest. 1976. V. 70. P. 33.
7. Hirsch J.H. et al. // Am. J. Roentgol. 1978. V. 130. P. 1153.
8. Sakai F. et al. // Fortschr. Röntgenstr. 1990. Bd. 153. S. 390.
9. Copetti R. et al. // Cardiovasc. Ultrasound. 2008. V. 6. P. 16.
10. Bouhemad B. et al. // Crit. Care. 2007. V. 11. P. 205.
11. Frassi F. et al. // Eur. J. Echocardiogr. 2007. V. 8. P. 474.
12. Gargani L. et al. // Rheumatology. 2009. V. 48. P. 1382. ●