

Avanços na ultrassonografia pulmonar

Advances in lung ultrasound

Miguel José Francisco Neto¹, Antonio Rahal Junior¹, Fabio Augusto Cardillo Vieira¹,
Paulo Savoia Dias da Silva¹, Marcelo Buarque de Gusmão Funari¹

RESUMO

O exame ultrassonográfico do tórax avançou nas últimas décadas, sendo utilizado para o diagnóstico de inúmeras condições patológicas, e fornecendo informações qualitativas e quantitativas. Os pulmões aerados e o arcabouço ósseo do tórax representam barreira sonora para o estudo ultrassonográfico, gerando artefatos que, bem conhecidos, são utilizados como ferramentas diagnósticas. Eco pleural normal, linhas A, linhas B, linhas C, linhas E e Z (conhecidas como falsas linhas B) são artefatos com características peculiares. Os padrões de consolidação e de pneumotórax também são bem estabelecidos. Alguns protocolos têm sido utilizados no manuseio dos pacientes: Blue Protocol, Protocolo FALLS e Protocolo C.A.U.S.E são exemplos de três propostas que, por meio da associação entre os artefatos, permitem sugerir diagnósticos precisos. A ultrassonografia de tórax, aliada à radiografia de tórax, muitas vezes é suficiente para o diagnóstico e a conduta das afecções pulmonares e da parede torácica. Trata-se de ferramenta diagnóstica de grande valia para médicos radiologistas, emergencistas e intensivistas.

Descritores: Tórax/ultrassonografia; Pleura; Derrame pleural

ABSTRACT

Ultrasound examination of the chest has advanced in recent decades. This imaging modality is currently used to diagnose several pathological conditions and provides qualitative and quantitative information. Acoustic barriers represented by the aerated lungs and the bony framework of the chest generate well-described sonographic artifacts that can be used as diagnostic aids. The normal pleural line and A, B, C, E and Z lines (also known as false B lines) are artifacts with specific characteristics. Lung consolidation and pneumothorax sonographic patterns are also well established. Some scanning protocols have been used in patient management. The Blue, FALLS and C.A.U.S.E. protocols are examples of algorithms using artifact combinations to achieve accurate diagnoses. Combined chest ultrasonography and radiography are often sufficient to diagnose and manage lung and chest wall conditions. Chest ultrasonography is a highly valuable diagnostic tool for radiologists, emergency and intensive care physicians.

Keywords: Thorax/ultrasonography; Pleura; Pleural effusion

INTRODUÇÃO

O exame ultrassonográfico do tórax avançou nas últimas décadas, de forma consistente, sendo já consolidadas e cotidianas as aplicações que transcendem, em muito, o estudo dos derrames pleurais.

A ultrassonografia progrediu não só na aquisição e no processamento de imagens, mas também na questão da portabilidade, bastante ampliada diante do desenvolvimento de aparelhos pequenos e móveis, somados a uma qualidade de imagem avançada.

Neste novo cenário, a ultrassonografia pulmonar e do tórax assumem um papel de destaque, principalmente em pacientes de unidades de urgência e de medicina intensiva, permitindo avaliação de alterações da parede torácica, incluídos os estudos dos arcos costais, dos espaços pleurais e do parênquima pulmonar, fornecendo informações quantitativas e qualitativas precisas.^(1,2)

Considerando-se as principais aplicações da ultrassonografia com escopo torácico, elencadas neste artigo, o método apresenta elevadas sensibilidade, entre 81 e 97%, e especificidade, entre 95 e 100%.⁽³⁾

O conhecimento dos principais achados ultrassonográficos na caracterização de diferentes doenças e situações clínico-emergenciais é justificado não só para radiologistas (em especial aqueles com direcionamento para as áreas de emergência e medicina intensiva), como também para médicos emergencistas, sobretudo no contexto do trauma, para cirurgias torácicas, inclusive com possível aplicabilidade intraoperatória, e para pneumologistas.^(3,4)

Nosso objetivo foi pormenorizar a técnica ultrassonográfica na avaliação torácica, elencando os principais achados, nas diferentes situações analisadas, de maneira didática, bem como salientar sua aplicabilidade como ferramenta útil e acurada para os diferentes especialistas.

¹ Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Autor correspondente: Miguel José Francisco Neto – Avenida Albert Einstein, 627/701 – Morumbi – CEP: 05652-900 – São Paulo, SP, Brasil – Tel.: (11) 2151-0433 – E-mail: miguelneto@einstein.br

Data de submissão: 23/11/2015 – Data de aceite: 17/5/2016

DOI: 10.1590/S1679-45082016MD3557



FÍSICA E ANATOMIA ULTRASSONOGRÁFICA

Os pulmões aerados e o arcabouço ósseo do tórax representam barreira sonora para o estudo ultrassonográfico, havendo uma série de fenômenos acústicos e artefatos que ocorrem nesta condição, e que podem, uma vez bem conhecidos, ser utilizados como diagnósticos. Faz-se aqui um paralelo com a ultrassonografia abdominal, em que os artefatos sonoros são amplamente utilizados como elementos diagnósticos, citando-se o mais utilizado dentre estes a “sombra acústica posterior”, que é observada como um dos critérios de cálculos biliares e renais.

Os conceitos atuais atualizam os artefatos acústicos subpleurais, antes vistos como limitantes na avaliação toráco-pulmonar, agora de forma sistemática, permitindo o avanço na utilização da ultrassonografia como método diagnóstico também em âmbito do tórax, outrora sítio comumente excluído do leque de aplicações

da ultrassonografia. Esses artefatos acústicos mencionados, bem caracterizados à ultrassonografia, são denominados linhas, cujas denominações específicas já têm padronização internacional e, por meio delas, podemos estudar as diversas alterações parenquimatosas que acometem o pulmão. Podemos definir, a partir destes conceitos, da maneira que segue:

Eco pleural normal

O eco pleural normal, em condições habituais, é visto como uma linha hiperecogênica deslizando suavemente e sincronizada com a respiração (Figura 1). É a partir dele e de outros artefatos gerados por ele, que derivamos diagnósticos da ultrassonografia torácica.

Para realização do exame, utilizamos preferencialmente o transdutor convexo de baixa frequência (3 a 5MHz) e fazemos a varredura de todos os espaços in-

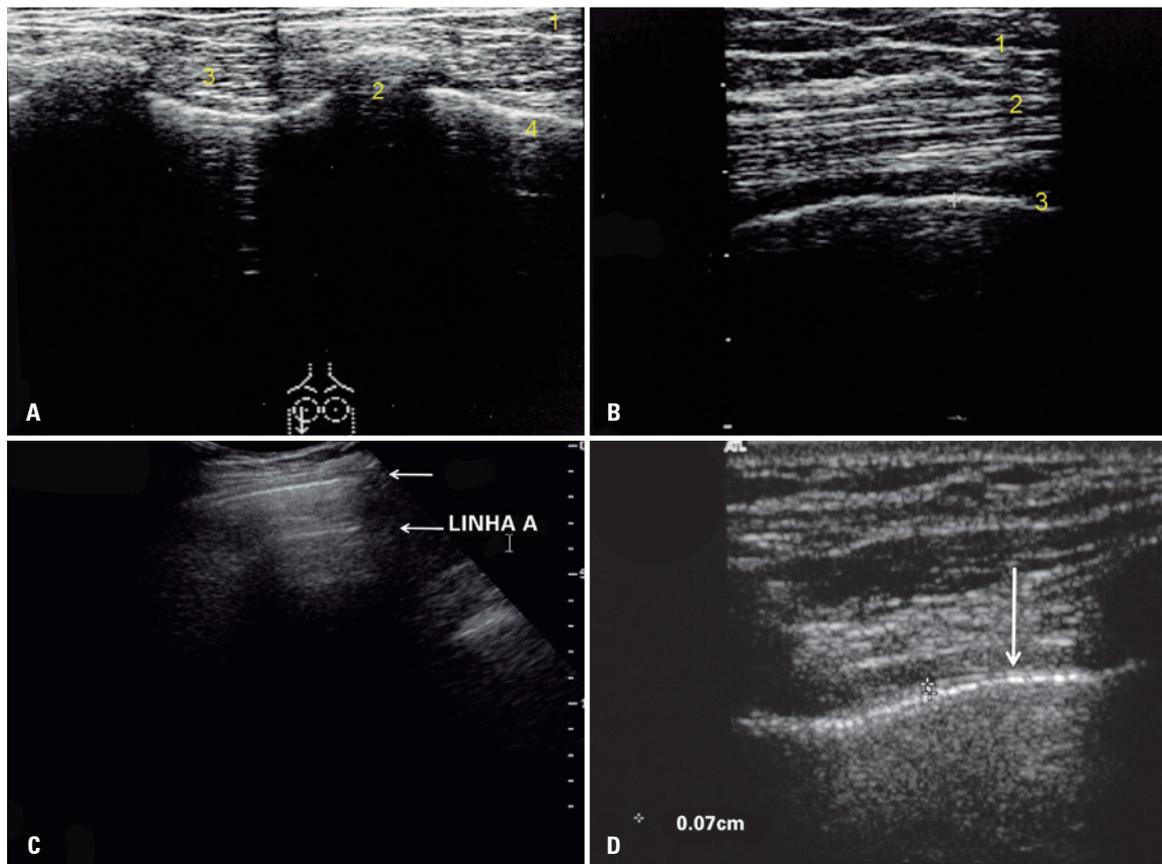


Figura 1. Anatomia ultrassonográfica. (A). Estudo da parede torácica, com transdutor linear de 7MHz. (1) Observe os diversos planos: pele e subcutâneo, (2) costelas em plano transversal, (3) a musculatura intercostal, e (4) o eco pleural. (B) Anatomia ultrassonográfica da parede torácica com transdutor linear de 7MHz. (1) Observar a diferenciação dos planos a partir da superfície: pele e subcutâneo, (2) musculatura peitoral com aspecto fibrilar característico e o, (3) eco pleural. (C). Demonstração do eco pleural normal com transdutor convexo de 3,5MHz. Observe que, com essa frequência, somente o eco pleural é identificado, destacando-se a linha subpleural paralela A (artefato de reverberação). Observe a baixa resolução da imagem que dificulta a identificação das camadas do eco pleural. (D). Eco pleural. Observe os dois folhetos pleurais (linhas ecogênicas assinaladas pelos marcadores de medidas) e a lâmina anecóica entre eles. A pleura visceral é a linha ecogênica interna e a parietal, a mais externa. A seta aponta linha hipoeicoica extrapleural, que representa a gordura extrapleural. Observe a grande diferença de resolução da imagem, com este transdutor de maior frequência condicionada pela melhor resolução, que permite detalhar os componentes do eco pleural

tercostais do tórax, mobilizando o paciente no leito para a avaliação do dorso.

Com transdutores de alta resolução (5 a 17MHz) o eco pleural pode ser dividido em três elementos: pleura visceral, espaço pleural e pleura parietal, sendo possível inclusive o estudo da gordura extrapleural normal. O tempo total do exame é estimado em cerca de 10 a 15 minutos.

Linhas A

Verificadas abaixo do eco pleural, as linhas A são linhas horizontais paralelas e equidistantes ao mesmo tempo, e representam artefatos de reverberação. São encontradas habitualmente em indivíduos saudáveis (Figura 2), podendo ser apagadas (pelas linhas B) ou mesmo realçadas (quando houver pneumotórax).⁽³⁾

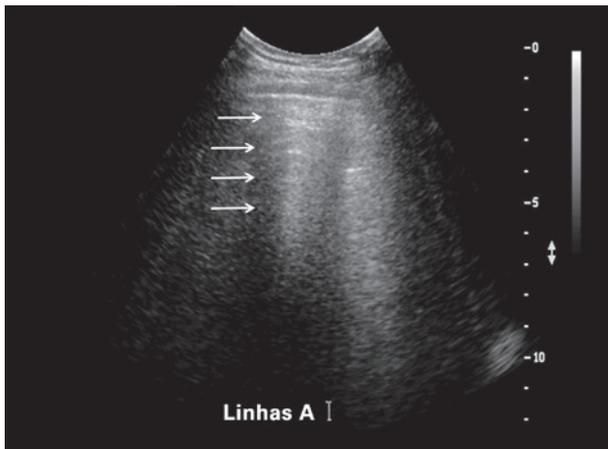


Figura 2. Linhas A representam reverberação da interface pleuropulmonar e são equidistantes umas das outras e cada vez menos ecogênicas na profundidade (setas)

Linhas B

As linhas B são verticais, perpendiculares ao eco pleural e com origem nele, sendo de pequenas dimensões, com aspecto em cauda de cometa, representando os septos interlobulares. São bem definidas, movendo-se juntamente da linha pleural, por meio da respiração, e apagando as linhas A (Figura 3). Em 30% de indivíduos saudáveis, uma ou duas linhas B podem ser encontradas por espaço intercostal, notadamente nas regiões pulmonares decúbito dependentes.

A linha B representa o preenchimento de um septo interlobular ou intralobular, podendo, então, em linhas gerais, ser encontradas em edemas pulmonares ou intersticiopatias.^(1,3)

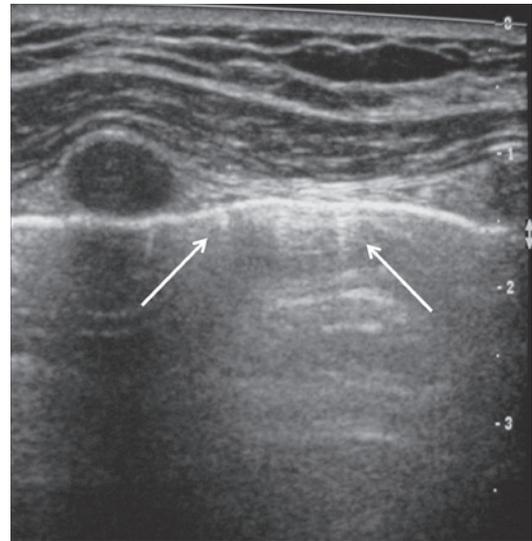
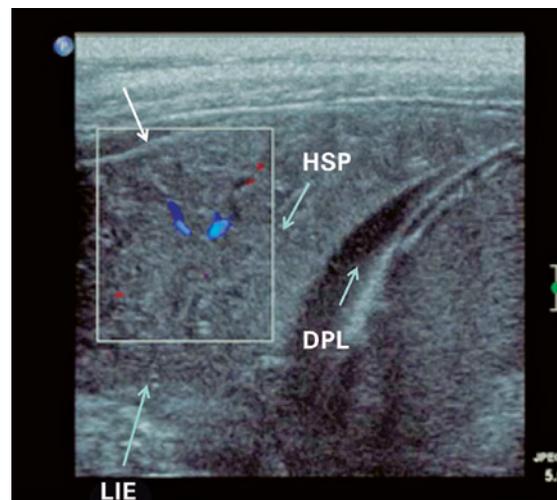


Figura 3. Linhas B são perpendiculares à superfície pleural, representam a interface refletora entre os septos interlobulares e o pulmão normal, e têm morfologia em cauda de cometa (setas)

Quando a linha B fica espessa, no formato de um feixe de várias linhas B agrupadas, contíguas, é chamada de “linha B coalescente”, que, por sua vez, representa o vidro fosco encontrado na periferia dos pulmões em tomografias computadorizadas de alta resolução.^(1,3)

Linhas C

Definidas como hipocogenicidades subpleurais (derivadas do pulmão condensado), sem descontinuidade do eco pleural visceral (Figura 4). Não são propriamente linhas, mas são assim designadas para manter unidade de nomenclatura.



HSP: hipocogenicidades subpleurais; DPL: derrame pleural; LIE: lobo inferior esquerdo.

Figura 4. Linhas C (exemplificadas pelo quadrado). Definidas como hipocogenicidades subpleurais (dada pelo pulmão condensado), sem descontinuidade do eco pleural visceral (seta)

Falsas linhas B (linhas E e Z)

As falsas linhas B são verticais à linha pleural e podem ser confundidas com as linhas B verdadeiras, mas representam outras entidades, conforme descrito a seguir. São representadas principalmente pelas linhas E e Z.

Linhas E

O “E” é de enfisema subcutâneo. São as linhas verticais que aparecem quando há gás no subcutâneo, porém não emergem da linha pleural, mas do subcutâneo e não são sincronizadas com a respiração, pois o gás está parado (Figura 5). Podem ser confundidas com as linhas B verdadeiras, pois, a exemplo das mesmas, são bem definidas e também apagam as linhas A.

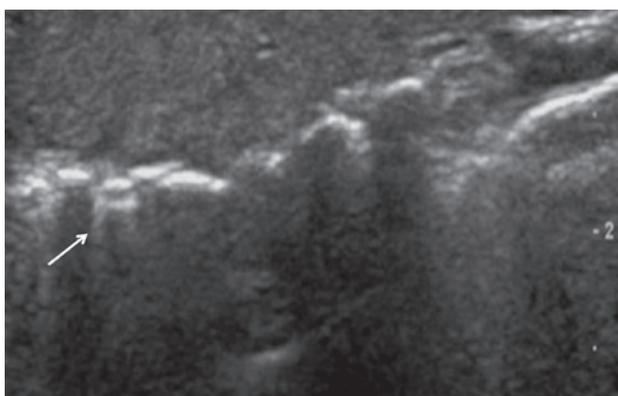


Figura 5. Linhas E, o enfisema subcutâneo determina linhas (chamadas E) que se originam do gás superficial e não do eco pleural

Linhas Z

As linhas Z (Figura 6) são artefatuais e presentes em mais de 80% da população. São, então, bastante comuns e podem ser confundidas com as linhas B co-

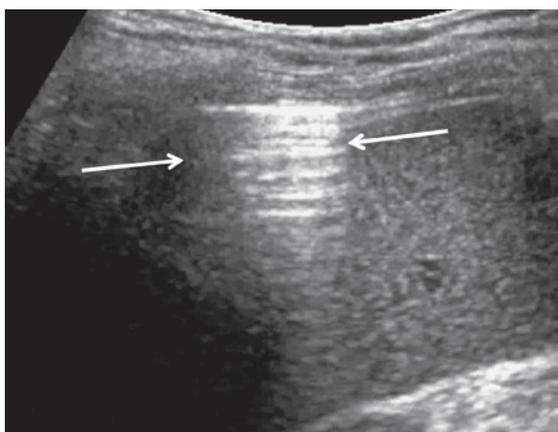


Figura 6. Linhas Z são linhas artefatuais frequentes presentes em mais de 80% da população, têm origem no eco pleural, na forma de aparentes feixes agrupados como apontado entre as setas. Elas não apagam as linhas A e não são sincronizadas com a respiração

lescentes, acima discutidas. Elas também são verticais e emergem da linha pleural, na forma de aparentes feixes agrupados, porém não são bem definidas, não apagam as linhas A e não são perfeitamente sincronizadas com a respiração.⁽³⁾

CONSOLIDAÇÕES

As consolidações pulmonares são processos que fazem o parênquima pulmonar se tornar parecido com o parênquima hepático. São geralmente de naturezas infecciosas, substituindo o conteúdo aéreo normal por conteúdo mais denso, tornando-se caracterizável à ultrassonografia, desde que não haja parênquima normal entre a linha pleural e a consolidação. Em outras palavras, só conseguimos ver consolidações mais periféricas.

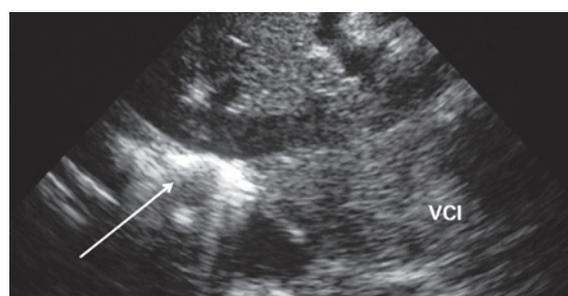
Na ultrassonografia, elas se apresentam como estruturas com ecogenicidade de tecidos sólidos. Podem ser diminutas, periféricas ou maiores, destacando-se focos hiperecogênicos de permeio, que são os broncogramas aéreos.^(3,5)

O uso do Doppler (colorido ou *Power*) pode ser útil para a identificação de fluxo no interior da consolidação, ajudando a diferenciar de atelectasias.⁽⁶⁾

A ultrassonografia tem sido utilizada também, para controle de recrutamento pulmonar, em pacientes de unidade de terapia intensiva, com vistas à avaliação de ventilação assistida.⁽⁷⁾

Pneumotórax

Existem três critérios claros para diagnóstico de pneumotórax:⁽⁸⁻¹¹⁾ (1) não vemos o pulmão se movimentando com a respiração, porque o gás no espaço pleural não permite que vejamos a linha pleural subjacente deslizando; assim, quando nos deparamos com hemitórax com deslizamento pulmonar ausente e, por conseguinte, não sincronizado com a inspiração e expiração do paciente, devemos estar diante de um pneumotórax (Figura 7); (2) uma outra característica que auxilia no



VCI: veia cava inferior.

Figura 7. Pneumotórax. Deslizamento pulmonar ausente (no exame dinâmico), e, por conseguinte, não há movimento do eco correspondente à pleura (seta), sincronizado com a inspiração e expiração do paciente

diagnóstico é procurar por linhas B, pois se o pneumotórax não nos permite ver a linha pleural, também fica impossível ver linhas B que, por definição, são formadas e emergem a partir da linha pleural, representando a visualização dos septos interlobulares; a presença de linhas B descarta pneumotórax;⁽²⁾ (3) presença do “ponto pulmonar”, que representa a visualização do pulmão aerado, expandindo-se na região do pneumotórax.

A ultrassonografia é considerada um método com muito boa acurácia para detectar pneumotórax, muitas vezes até superior à radiografia em pneumotórax mínimos e localizados.⁽³⁾

PROTOSCOLOS DE ESTUDO

Destacam-se atualmente alguns protocolos na ultrassonografia pulmonar que têm sido utilizados no manuseio dos pacientes com quadros agudos e que podem ser assim descritos:

- Blue Protocol⁽¹⁾ (*Bedside Lung Ultrasonography in Emergency*): protocolo de emergência para diagnóstico imediato de insuficiência respiratória aguda. Neste protocolo conhecido como azul, perfis com achados específicos foram concebidos para as principais doenças (pneumonia, insuficiência cardíaca congestiva, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, embolia pulmonar, pneumotórax) com precisão superior a 90%.
- No protocolo FALLS (*Fluid Administration Limited by Lung Sonography*):⁽¹¹⁾ a sequência deste protocolo inclui a exclusão do diagnósticos diferenciais de choque cardiogênico, hipovolêmico e acelera o diagnóstico de choque séptico.
- Protocolo C.A.U.S.E. (*Cardiac Arrest Ultrasound Exam*): este protocolo normatiza, de forma definitiva, a utilização da ultrassonografia no atendimento à parada cardíaca, demonstrando inequivocamente sua utilização nesta condição e contribuindo para condução na dissociação eletromecânica.

Uma vez que sabemos reconhecer e interpretar as linhas B1 (espessamento septal interlobular e intralobular) e linhas B2 coalescentes (vidro fosco), podemos estreitar nossa interpretação diagnóstica. Os padrões ultrassonográficos mais importantes são:^(1,3,9-11)

- edema hemodinâmico: linhas B1 (Figura 8) regularmente espaçadas (cerca de 7,0mm entre elas, que é o diâmetro do lóbulo pulmonar secundário). As linhas B representam os septos interlobulares espessados, a exemplo do que vemos na tomografia de alta resolução dos pulmões. Linhas B2 (Figura 9) também fazem parte deste quadro, representando o padrão vidro fosco.



Figura 8. Linhas B1 (setas), típicas no estado de edema hemodinâmico

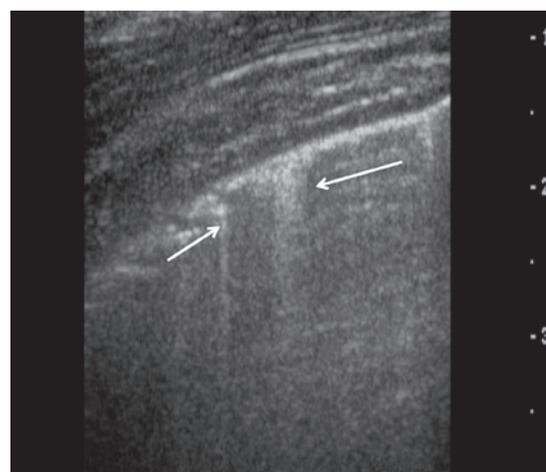


Figura 9. Linhas B2 são coalescentes e representam linhas padrão vidro fosco

- Pneumonia intersticial: como temos septos inter e intralobulares espessados, veremos na ultrassonografia múltiplas linhas B, porém, nesta situação, irregularmente espaçadas, eventualmente com linhas B coalescentes, representando o vidro fosco, e até mesmo diminuição do deslizamento pulmonar.
- Pneumonia alveolar: representada pelas consolidações discutidas anteriormente. Ressalta-se que a ultrassonografia permite a detecção até de diminutas consolidações milimétricas, desde que justapleurais (periféricas).

DISCUSSÃO

A ultrassonografia de tórax, aliada à radiografia de tórax, muitas vezes é suficiente para o diagnóstico e a conduta das afecções pulmonares de pacientes internados, sobretudo em ambientes de emergência e intensivos/semi-intensivos.^(10,11)

A incorporação deste conhecimento por médicos radiologistas, emergencistas e intensivistas pode ser crucial para a boa evolução dos casos, reduzindo, muitas vezes, o tempo da conduta terapêutica, comparando-se com o tempo necessário para a realização da tomografia de alta resolução dos pulmões, levando-se ainda em conta a questão da necessidade de mobilização até o setor de tomografia, por vezes arriscada, somado ao relativo alto custo financeiro e operacional do exame tomográfico.⁽¹⁻⁵⁾

REFERÊNCIAS

1. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25. Erratum in: *Chest*. 2013;144(2):721.
2. Francisco Neto MJ, Cirino LM, Funari MB, Daniel M, Francisco L, Cerri GG, et al. 3333: Classification of pleural effusions proposed by sonography [abstract]. *Ultrasound Med Biol*. 2006;32(5 Suppl):247-8. In: 11th Congress of the World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology, May 28 - June 1, 2006, Seoul, Korea.
3. Wongwaisaywan S, Suwannanon R, Sawatmongkornkul S, Kaewlai R. Emergency Thoracic US: The Essentials. *Radiographics*. 2016;36(3):640-59.
4. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care*. 2007;11(1):205. Review.
5. Arbelot C, Ferrari F, Bouhemad B, Rouby JJ. Lung ultrasound in acute respiratory distress syndrome and acute lung injury. *Curr Opin Crit Care*. 2008;14(1):70-4. Review.
6. Blaivas M. Lung ultrasound in evaluation of pneumonia. *J Ultrasound Med*. 2012;31(6):823-6. Review.
7. Sameshima YT, Lourenço de Almeida JF, Silva MM, Remondini R, Haddad LB, Neto MJ, et al. Ultrasound-guided lung recruitment in a 3-month-old infant with acute respiratory distress syndrome. *Ultrasound Q*. 2014;30(4):301-5.
8. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhemad B, Reissig A, Agricola E, Rouby JJ, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breikreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-91. Review.
9. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in Shock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am*. 2010;28(1):29-56, vii.
10. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam--a better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2008;76(2):198-206. Review.
11. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel*. 2013;5(3):142-7. Review.