

ECOGRAFIA PULMONAR NO DOENTE CRÍTICO PARA ANESTESIOLOGISTAS - "A CIÊNCIA DOS ARTEFACTOS"

ANA CRISTINA SILVA¹; JOANA MARQUES²; ANTÓNIO PAIS MARTINS³

Palavras-chave:

- Cuidados Intensivos;
- Doente Crítico;
- Pulmão/ultrassonografia;
- Ultrassonografia

Resumo

A avaliação pulmonar do doente crítico é tradicionalmente realizada com o recurso a radiografia torácica e tomografia axial computadorizada, contudo cada vez mais a ecografia tem-se revelado como um método de diagnóstico de grande utilidade em medicina intensiva.

Por ser uma técnica não invasiva, de baixo custo, que não utiliza radiação e que pode ser repetida sem risco adicional, torna-se uma técnica bastante atrativa para ser realizada à cabeceira do doente.

Nesta revisão pretende-se explicar a realização da técnica, o padrão normal e artefactos e os critérios principais no diagnóstico de cada patologia.

LUNG ULTRASOUND IN CRITICALLY ILL PATIENTS

ANA CRISTINA SILVA¹; JOANA MARQUES²; ANTÓNIO PAIS MARTINS³

Keywords:

- Critical Care;
- Critical Illness;
- Lung/ultrasonography;
- Ultrasonography

Summary

The pulmonary evaluation of critically ill patients has been traditionally performed with the use of chest radiography and computed tomography, however increasingly ultrasound has been shown to be a useful diagnostic method.

For being a non-invasive technique with low cost, that does not use radiation and can be repeated without additional risk, it had become a very attractive technique to be performed at the bedside.

In this review we explain the lung ultrasound technique, define the normal pattern, the artifacts and the criteria for the main disease.

¹ Interna do Internato Complementar de Anestesiologia do Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental, EPE. Portugal.

² Interna do Internato Complementar de Anestesiologia do Centro Hospitalar do Baixo Vouga, EPE. Portugal.

³ Chefe de Serviço de Anestesiologia do Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental EPE, Coordenador da Unidade de Cuidados Intensivos (UCI/UCIC) do Hospital São Francisco Xavier. Portugal.

INTRODUÇÃO

A abordagem do doente crítico envolve o uso de técnicas imagiológicas consideradas essenciais para diagnóstico e início de procedimentos terapêuticos. Atualmente, as mais utilizadas são a radiografia e a tomografia computadorizada torácica. A ecografia revelou ser de grande utilidade em doentes críticos, pois para além de não utilizar radiação X, permite a repetição do exame sem aumentar o risco. Os equipamentos são práticos, portáteis, de fácil utilização e fidedignos, o que os torna apropriados para utilização no diagnóstico e orientação de procedimentos. A ecografia pode ser realizada à cabeceira do doente por médicos que trabalhem em Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), sendo cada vez mais atrativa num

número crescente de situações, incluindo avaliação cardiovascular, doença abdominal aguda, diagnóstico de trombose venosa profunda e pneumonia associada à ventilação (PAV).¹

Recentemente, a ecografia torácica tornou-se numa ferramenta útil para avaliação de doentes ventilados, tal como se verifica no número crescente de artigos publicados na literatura. Parece ter um papel predominante na avaliação da morfologia pulmonar em doentes com hipoxia grave,² e pode ser facilmente repetida, permitindo monitorizar a eficácia terapêutica.

A European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology³ em 2009, recomenda relativamente à prática de ecografia torácica para obtenção do nível de competências,¹ a observação de pelo menos 25 ecografias executadas sob supervisão, pelo menos 100 em doentes sem patologia, 50 em doentes com derrame pleural e executadas 25 toracocenteses.

Em 2011, a Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland juntamente com o Royal College of Anaesthetists e a Intensive Care Society publicaram um conjunto de guidelines para utilização de ecografia em Anestesia e Cuidados Intensivos, no qual se encontra descrito o nível de com-

petências práticas necessárias, que deveria ser incluído nos programas de formação.⁴

Noções gerais

Equipamento técnico

A avaliação ecográfica do tórax é condicionada pelas barreiras acústicas óssea e aérea, contudo o espaço pleural e o parênquima pulmonar subpleural são acessíveis utilizando a janela fornecida pelos espaços intercostais. O ecógrafo a utilizar deverá ter imagem bidimensional e modo M. As sondas com frequências entre 3,5-5 MHz, utilizadas para abordagem abdominal e cardíaca, permitem uma adequada visualização dos planos profundos e a caracterização de consolidações e do derrame pleural. Para as estruturas mais superficiais, como a pleura, as sondas de frequência superior a 5 MHz permitem melhor resolução. A forma da sonda a utilizar, linear ou convexa, depende da zona a estudar, devendo ser convexa se o espaço intercostal for estreito, para evitar a interferência acústica produzida pelas costelas.⁵

Em ambiente de Cuidados Intensivos (CI) existe uma característica técnica necessária para o uso da ecografia: as sondas deverão ser compatíveis com procedimentos de descontaminação repetidos, dado que serão utilizadas em vários doentes e podem ser um meio para transmissão de microrganismos resistentes e que podem ser disseminados pela UCI.⁶

Exame com ecografia pulmonar

Em doentes críticos, a ecografia deverá ser realizada em decúbito dorsal permitindo uma melhor abordagem ântero-lateral. Quando necessário, o decúbito lateral possibilita melhor visualização da região dorsal dos lobos inferiores. Inicialmente deve ser localizado o diafragma e pulmões. Condensações pulmonares ou derrames pleurais encontram-se predominantemente no pulmão pendente e região dorsal pulmonar, e podem ser distinguidos do fígado e baço, após localização do diafragma.

Existem diversas abordagens sistemáticas descritas, sendo que a mais comum é a divisão do hemitórax em 4 áreas. Uma linha axilar anterior divide a zona anterior da lateral e a linha que separa o terço médio do terço inferior do esterno, divide a zona inferior da superior⁵ (Fig. 1).

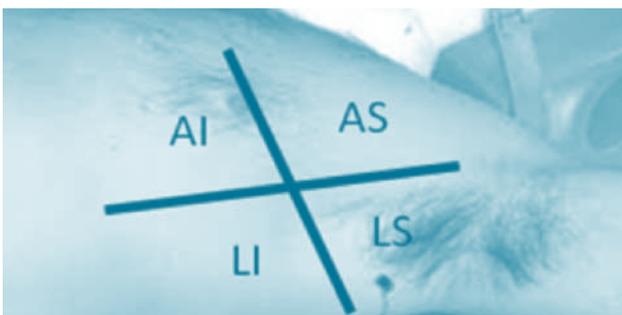


Figura 1 - Áreas de Visualização. AS - Anterior Superior; AI - Anterior Inferior; LS - Lateral Superior, LI - Lateral Inferior.

Os segmentos dorsais dos lobos superiores, localizados anteriormente à omoplata, são as únicas regiões não visualizáveis por ecografia.

A duração aproximada do exame deverá ser de, aproximadamente, 15 minutos, contudo com a crescente aquisição de aptidões técnicas, pode ser realizado mais rapidamente.⁶

Padrão normal e artefactos

Normalmente, os ultrassons não se transmitem através de estruturas anatómicas preenchidas com gás, assim o parênquima pulmonar atrás da pleura não é visível. Quando o pulmão deixa de estar arejado de forma maciça e existe condensação, os ultrassons transmitem-se para as estruturas torácicas mais profundas. Como consequência, órgãos mediastínicos como o arco aórtico podem ser visualizáveis, na presença de consolidação dos lobos superiores.

Após colocação da sonda no sentido longitudinal, perpendicular aos espaços intercostais, visualizam-se duas interfaces ecogénicas arredondadas que correspondem às costelas. Cerca de 0,5 cm abaixo delas localiza-se uma linha hiperecogénica horizontal que representa a pleura, que no caso de utilização de sondas de alta frequência, permite a visualização dos folhetos visceral e parietal, separados por um espaço pleural (0,3mm).⁷

O pulmão subjacente à pleura corresponde a uma interface altamente refletora que bloqueia a penetração dos ultrassons.

O padrão do pulmão normal apresenta um artefacto por reverberação que são as linhas A. A principal característica a observar é a presença de deslizamento na superfície da união pleuropulmonar. Um padrão ecográfico normal define-se pelo deslizamento da pleura associado a linhas A horizontais. Em cerca de um terço dos doentes com pulmões normais, podem ser detetadas linhas verticais B, sem significado patológico. Quando aplicado o modo M, distinguem-se duas zonas bem diferenciadas, que configuram o sinal da praia (*seashore sign*): a parte superior corresponde à parede torácica, formada por linhas horizontais paralelas (*sea*) e a parte inferior, desde a pleura, de aspeto granulado (*sandy beach*)⁵ (Fig 2).

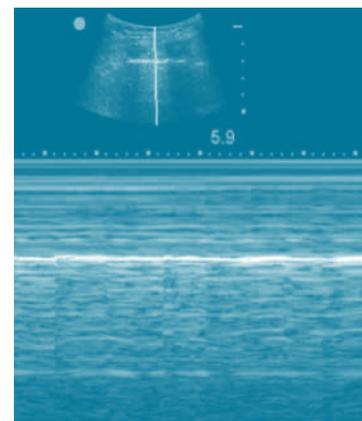


Figura 2 - Padrão ecográfico normal e *seashore sign*.

Artefactos são imagens que não correspondem a nenhuma estrutura facilmente reconhecível, sendo produzidos pela reflexão e reverberação dos ecos sobre as interfaces dos tecidos.⁸

Linhas A: Linhas hiperecogénicas horizontais e paralelas que se localizam a uma distância múltipla da que existe entre a sonda e a linha da pleura.

Linhas B (cauda de cometa): Linhas hiperecogénicas verticais que partem desde a pleura e ocupam todo o ecrã. São expressão de edema ou fibrose dos septos interlobulares.

Linhas C: Linhas hiperecogénicas horizontais, situadas a uma distância que não é múltipla da que existe entre a sonda e a linha da pleura.

Linhas E: Linhas hiperecogénicas verticais que se iniciam na parede torácica, ao contrário das linhas B que têm início na linha pleural, e resultam do enfisema subcutâneo.⁹

Sliding sign (Sinal de deslizamento pleural)	Imagem do movimento da pleura visceral, que acompanha o pulmão, sobre a pleura parietal, acompanhando os movimentos respiratórios.
Seashore sign (sinal da praia)	Em modo M, distinguem-se duas zonas bem diferenciadas. A parte superior, que corresponde à parede torácica, formada por linhas horizontais paralelas. À parte inferior, desde a pleura, de aspeto granulado, como areia de praia.

PADRÕES PATOLÓGICOS

1. Pneumotórax

A avaliação do pneumotórax deve ser iniciada nas áreas não dependentes do tórax. A interposição de ar entre os folhetos parietal e visceral da pleura impede o seu deslizamento e a presença de linhas B. Em Modo M perde-se o sinal *seashore* e só se visualizam linhas horizontais paralelas, imagem conhecida como sinal de “código de barras” ou “estratosfera” (Fig.3).⁵

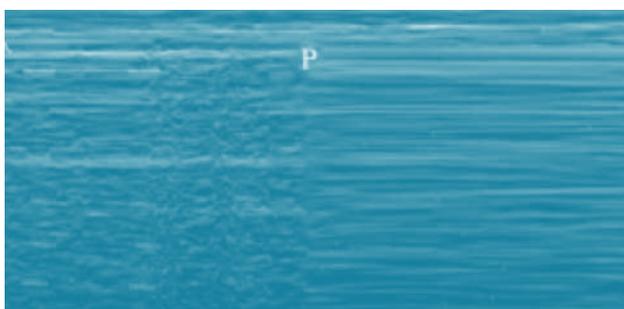


Figura 3 -Padrão ecográfico de pneumotórax

A ausência de deslizamento pulmonar pode ocorrer noutras situações, como intubação brônquica seletiva, aderências pleurais, contusão, consolidação e atelectasia pulmonar, daí a importância de integração do exame com o estado clínico

do doente.

A presença de linhas B exclui o diagnóstico de pneumotórax, já que implica a justaposição das pleuras parietal e visceral.

O diagnóstico definitivo de pneumotórax baseia-se na identificação do ponto pulmonar *lung point*, que consiste na visualização de um local de pulmão normal em contacto com uma área com ausência de deslizamento pleural, ou seja, onde ocorre a transição de imagens normais arenosas e anormais de linhas horizontais. Esse achado revela o colapso do pulmão, sendo 100% específico para pneumotórax. Em Modo M abaixo da linha pleural será visualizado um padrão linear em vez do padrão granular, “sinal da estratosfera”.⁸

2. Derrame Pleural

A presença de derrame pleural pode ser facilmente avaliada correspondendo a uma imagem escura (anecoica) e homogénea na região dependente do pulmão (Fig.s 4 e 5).

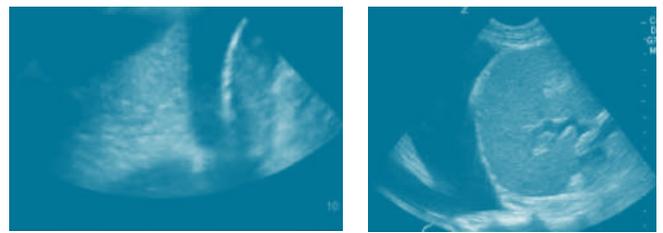


Figura 4 e 5 - Padrão ecográfico de derrame pleural.

Para um diagnóstico correto deve assegurar-se que se encontra localizado acima do diafragma, confirmando a posição intratorácica.

Em Modo M são identificadas alterações dinâmicas com variações do espaço pleural com o ciclo respiratório, que diminui com a inspiração – sinal sinusóide, que apresenta uma especificidade de 97%.⁸

De acordo com a aparência ecográfica pode classificar-se o derrame em diferentes tipos:

Livre – totalmente anecoico

Loculado – presença de septos hiperecóticos ou pontos cintilantes no interior do derrame

A diferenciação entre exsudado ou transudado é muitas vezes difícil, em geral os transudados são anecoicos e livres e os exsudados difusamente ecogénicos, podendo ser mais frequentemente loculados.

A estimativa do volume do derrame pleural ainda é controversa, mas geralmente avalia-se a distância entre o pulmão e a parede torácica com a sonda posicionada na linha axilar posterior, 3 cm acima da base pulmonar. Se esta distância for superior a 5 cm é altamente sugestivo a presença de derrame superior a 500 ml. Uma alternativa é multiplicar a distância máxima nessa posição por 20, obtendo-se uma estimativa do volume do derrame em mL.⁵

3. Síndrome Alvéolo-intersticial

A presença de edema pulmonar ou infiltrado intersticial é caracterizada ecograficamente pelo espessamento dos septos interlobulares e intensificação das linhas B com o aparecimento de imagens de “cauda de cometa” (Fig. 6). Estas linhas surgem a partir da linha pleural e estendem-se até ao final da imagem, apagando as linhas A nas suas intersecções.¹⁰

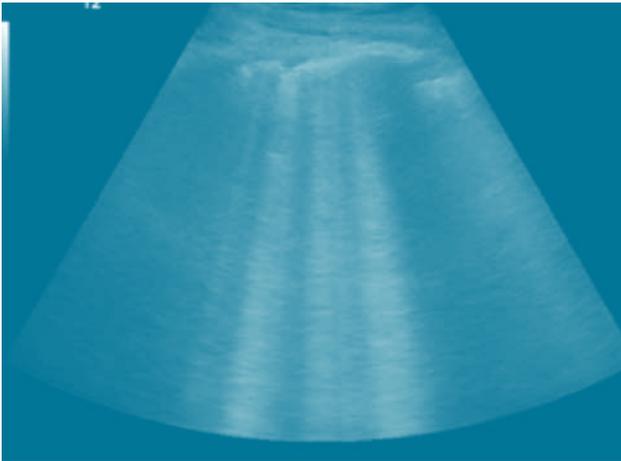


Figura 6 - Padrão ecográfico de síndrome alvéolo intersticial.

As linhas B movimentam-se em sincronia com o ciclo respiratório e embora possam ser detetadas no pulmão normal o seu número está relacionado com o grau de espessamento dos septos interlobulares e a redução da permeabilidade pulmonar.

A distância entre a pleura e as linhas B pode diferenciar a localização do edema. Se as linhas estiverem separadas 7 mm, corresponde a edema intersticial, se a distância for de 3 mm indica a presença de edema alveolar.

A identificação de mais de 3 linhas B num espaço intercostal em áreas pulmonares não dependentes é considerado patológico e o número de linhas B é diretamente proporcional à quantidade de edema.⁶

A ecografia neste caso é bastante útil para a monitorização do tratamento e evolução clínica, já que a diminuição do número total de linhas B correlaciona-se com uma melhoria clínica significativa.

4. Consolidação Pulmonar

Na consolidação pulmonar os espaços aéreos estão preenchidos por líquido ou células inflamatórias e o tecido pulmonar transforma-se numa massa sólida. O pulmão consolidado é hipocogénico de bordos mal definidos e apresenta um aspeto semelhante ao fígado e baço.⁷

Os critérios para o diagnóstico ecográfico de consolidação pulmonar são:

- Padrão tecidular semelhante a órgãos sólidos como o fígado – sinal de hepatização, com especificidade de 98%.

- Identificação de irregularidades nos bordos da lesão, exceto se lesão lobar completa – sinal de retalho 90% sensível e ausência de linhas A e B.⁵

Podem ser identificadas no interior da lesão imagens punctiformes refletivas (hiperecogénicas), que variam com o ciclo respiratório e que correspondem a broncograma aéreo.

A ecografia não distingue a natureza da consolidação, que pode resultar por exemplo de atelectasia, pneumonia, tumor ou contusão, pelo que a clínica é essencial para a orientação do diagnóstico.

5. Diagnóstico de Insuficiência Respiratória Aguda

De acordo com o protocolo denominado BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency),¹¹ desenvolvido pelo grupo de Lichtenstein, é possível determinar uma série de padrões ecográficos, que possibilitam um diagnóstico rápido das situações mais frequentes de insuficiência respiratória aguda.

Estes padrões baseiam-se na combinação da análise venosa dos membros inferiores com os seguintes sinais: deslizamento pleural, presença de linhas A e B, derrame e consolidações. O diagnóstico diferencial inclui as entidades mais frequentes como: asma ou agudização de DPOC, edema pulmonar, tromboembolismo pulmonar, pneumotórax e pneumonia.

A ecografia que demonstre um padrão pulmonar normal (deslizamento pleural com linhas A) deve ser associada à avaliação venosa dos membros inferiores. Se houver sinais de trombose venosa, esse achado é específico para embolia pulmonar e, em casos negativos, esse padrão sugere broncospasmo como etiologia da disfunção respiratória. Já a ausência de deslizamento pleural com presença de linhas A, torna o diagnóstico de pneumotórax possível. Os autores destacam a precocidade na obtenção de um diagnóstico definitivo, que neste tipo de doentes é de extrema importância e propõe um algoritmo para a avaliação de doentes com insuficiência respiratória aguda em CI. Este algoritmo, realizado logo após a admissão do doente, demonstrou uma precisão diagnóstica de 90,5% em relação ao diagnóstico final.¹¹

Realização de técnicas e procedimentos

A ecografia torácica tem indicação formal na condução de manobras invasivas pneumológicas, relativamente a outros métodos (Quadro 1).

Quadro 1 - Adaptado de Quantification effusions: sonography versus radiography.¹²

	Ecografia	TAC	RMN
Disponibilidade	+++	++	+
Radiação (doente/profissional)	0/0	++/0	0/0
Controlo em tempo real	+++	0	+
Mobilização do doente	+++	+	+
Duração do procedimento	++	+++	+++
Custo	+	++	+++

A drenagem de derrame pleural com fim diagnóstico ou terapêutico foi uma das primeiras utilizações da ecografia torácica, pela marcação do local e comprovação da segurança na punção. A toracocentese ecoguiada aumenta a rentabilidade, conforto e segurança do procedimento. Após identificação do diafragma, fígado e baço, seleciona-se o melhor espaço intercostal para punção, com possibilidade de monitorização contínua e em tempo real do posicionamento da agulha, diminuindo a taxa de complicações.¹² Relativamente à colocação de drenos torácicos, a ecografia permite o correto posicionamento do dreno, com menores riscos. A ecografia é ainda útil na verificação da eficácia da pleurodese no doente com drenagem torácica, pois permite não só confirmar ausência de líquido na cavidade pleural mas também auxiliar a instilação do agente químico esclerosante.¹⁴

No caso da intubação traqueal, a ecografia pulmonar permite o diagnóstico da intubação brônquica seletiva, pois o pulmão não ventilado mostrará ausência de sinal de deslizamento pulmonar. Relativamente à traqueotomia percutânea, Rajajee e colegas,¹⁵ demonstraram que o uso de ecografia em tempo real melhora a segurança do procedimento, em particular a redução de hemorragia.

Monitorização da resposta terapêutica em doentes críticos

A adoção de um protocolo de fluidoterapia ecoguiada em doentes com insuficiência cardíaca, permite fazer o diagnóstico diferencial de choque obstrutivo, cardiogénico, hipovolémico ou séptico. A ecografia pulmonar é feita juntamente com um ecocardiograma simples com visualização da veia cava. Sempre que não está disponível a ecocardiografia, a administração de fluidos sob ecografia pulmonar é de fácil execução e eficaz, baseando-se na presença de linhas B ou ausência de linhas A, que caracterizam o edema pulmonar intersticial. Está demonstrado tanto o benefício de uma reanimação inicial precoce como o efeito prognóstico adverso que existe num balanço positivo de fluidos, tanto a nível pulmonar como sistémico. A presença de um padrão de linhas A (ausência de edema) permite continuar a fluidoterapia, o aparecimento de linhas B determina a suspensão do aporte de volume.¹⁶

Relativamente ao tratamento antibiótico da pneumonia, o grupo de Pitié-Salpêtrière, publicou em 2010 os resultados do uso da ecografia pulmonar na avaliação da resposta ao tratamento antibiótico na PAV. Neste estudo, os autores avaliaram por TC, radiografia do tórax (RX) e ecografia pulmonar, a eficácia da antibioterapia em doentes com PAV e concluíram que o valor preditivo da ecografia pulmonar é superior ao RX e semelhante ao TC.¹⁷

LIMITAÇÕES DA ECOGRAFIA

A correta interpretação da ecografia exige um treino específico para a aquisição de competências. Se o treino for contínuo a curva de aprendizagem é rápida, porém faltam ainda

profissionais habilitados para a sua utilização. A organização de um programa de treino é fundamental para uma correta utilização e interpretação dos resultados.

Outra limitação deste método é o facto de ser uma avaliação dinâmica dependente do operador. Para além disso, as próprias características do doente podem dificultar a técnica, como por exemplo os doentes obesos ou a presença de enfisema subcutâneo.⁶

CONCLUSÃO

A utilização da ecografia pulmonar tem-se revelado um método eficaz para o diagnóstico de pneumotórax, derrame pleural, consolidações e síndrome alvéolo-intersticial em doentes críticos.

É uma técnica acessível, de baixo custo, não invasiva, que não utiliza radiação X e que pode ser repetida sem risco acrescido, pelo que se torna bastante atrativa para a utilização de rotina à cabeceira do doente.

REFERÊNCIAS

1. Lichtenstein D, Biderman P, Meziere G, Gepner A. The "sinusogram", a real-time ultrasound sign of maxillary sinusitis. *Intensive Care Med.* 1998; 24:1057-61.
2. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acuterespiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004; 100:9-15.
3. Minimum training requirements for the practice of medical ultrasound In Europe [consultado a 1 out 2013]. Disponível em: <http://www.efsumb.org/guidelines/2009-07-06apx13.pdf>.
4. Ultrasound in anaesthesia and intensive care: A guide to training. [consultado a 1 out 2013]. Disponível em http://www.rcoa.ac.uk/system/files/PUB-Ultrasound_Anaes_IC2011.pdf acessado em 1 de outubro de 2013).
5. Turner J, Dankoff J. Thoracic Ultrasound. *Emerg Med Clin N Am.* 2012;30: 451-73.
6. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care.* 2007, 11: 205.
7. Feldman MK, Kataly S, Blackwood MS. US artifacts. *Radiographics.* 2009; 29:1179-89.
8. Lichtenstein D. Should lung ultrasound be more widely used in assessment of acute respiratory disease? *Expert Rev Resp Med.* 2012; 4:533-8.
9. Colmero M, Delgado MG, Navarrete I, Milena GL. Utilidad de la ecografia pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva.* 2010; 34(9):620-28.
10. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997; 156:1640-6.
11. Lichtenstein D, Meziere G. Relevance of lung ultrasound in the diagnostic of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest.* 2008; 134:117-25.
12. Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME, Dorffner R, Hormann MF, Grabenwoger F. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology.* 1994; 191:681-684.
13. Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, Doelken P. Safety of ultrasound guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation.

Chest. 2004; 125: 1059-62.

14. Ernst A, Feller K. Ultrasound-guided procedures and investigations: a manual for the clinician. New York: Taylor & Francis; 2006.

15. Rajajee V, Fletcher JJ, Rochlen LR, Jacobs TL: Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a feasibility study. Crit Care. 2011; 15:R67.

16. Lichtenstein D, Meziere G, Lagoueyte J, Biderman P, Goldstein I, Gepner A. A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. Chest. 2009; 136:1014-20.

17. Bouhemad B, Liu Z, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of anti-biotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. Crit Care Med. 2010; 38:84-92.