

Ultrassonografia pulmonar e de vias aéreas em anestesiologia

Lung and airway ultrasound in anesthesiology

Paulo Carvalho Pimenta Figueiredo¹, Luis Eduardo Rias Cardoso¹, Eliane Cristina de Souza Soares²

DOI: 10.5935/2238-3182.20140124

RESUMO

O ultrassom é importante ferramenta para diagnóstico de doenças pulmonares, auxílio no manejo hemodinâmico do choque e avaliação das vias aéreas. A interface entre tecido pulmonar e ar é capaz de gerar imagens e artefatos característicos, o que possibilitou a descrição de sinais básicos. A partir destes, definiram-se sete perfis para auxiliar no diagnóstico das principais causas de insuficiência respiratória aguda (Protocolo BLUE). Combinado ao exame ecocardiográfico simples, a ultrassonografia pulmonar pode ajudar no manejo do choque e na administração de fluidos (Protocolo FALLS). Além disso, sua aplicação tem sido estudada na avaliação das vias aéreas e na detecção do conteúdo gástrico.

Palavras-chave: Ultrassonografia; Insuficiência Respiratória; Anestesia; Ventilação Pulmonar.

ABSTRACT

Ultrasound is an important tool for the diagnosis of lung diseases, aid in the hemodynamic management of shock and airway evaluation. The interface between lung tissue and air is able to generate characteristic images and artifacts, allowing the description of basic signs. From these, seven profiles were defined to aid in the diagnosis of the major causes of acute respiratory failure (BLUE Protocol). Combined with a simple echocardiographic examination, lung ultrasound may help in the management of shock and fluid administration (FALLS Protocol). Moreover, its application has been studied in airway evaluation and the detection of gastric contents.

Key words: Ultrasonography; Respiratory Insufficiency; anesthesia; Pulmonary Ventilation.

INTRODUÇÃO

No campo da anestesiologia, a ultrassonografia encontra cada vez mais espaço tanto como método auxiliar em procedimentos invasivos quanto para fins diagnósticos. Nesse cenário, o ultrassom é importante ferramenta para diagnóstico de doenças pulmonares, auxílio no manejo hemodinâmico do choque e avaliação das vias aéreas. Este artigo apresenta uma revisão dos atuais conhecimentos e práticas da ultrassonografia pulmonar e de vias aéreas em Anestesiologia.

¹ Médico Anestesiologista. Hospital Mater Dei Belo Horizonte. Grupo de Transplante de Órgãos. Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, MG – Brasil.

² Médica Anestesiologista. Professora Assistente do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da UFMG. Diretora/Instrutora – ACLS e ACLS EP – Sociedade Mineira de Terapia Intensiva. Belo Horizonte, MG – Brasil.

Instituição:
Hospital Mater Dei
Belo Horizonte, MG – Brasil

Autor correspondente:
Paulo Carvalho Pimenta Figueiredo
E-mail: paulo.cpimenta@gmail.com

ULTRASSONOGRRAFIA PULMONAR

Sinais básicos

A ultrassonografia pulmonar já foi considerada método de pouca utilidade, devido à incapacidade das ondas ultrassonográficas em penetrar tecidos preenchidos com ar.¹ A interface entre tecido pulmonar e ar gera, entretanto, imagens e artefatos característicos. A descrição e organização desses artefatos² possibilitaram o diagnóstico de doenças pulmonares de forma acurada, o que levou à ampliação do seu uso, especialmente nas unidades de cuidados intensivos e de emergência.

Na avaliação ultrassonográfica do pulmão, o transdutor é colocado no eixo longitudinal ao longo dos espaços intercostais. Transdutores convexos, microconvexos ou cardíacos podem ser usados para obtenção das imagens, tornando o método acessível mesmo em instituições com equipamentos simples. Embora existam vários protocolos disponíveis sugerindo o posicionamento do transdutor no tórax, o importante é garantir a avaliação de ambos os pulmões nas regiões superior, inferior, anterior e posterior. A Figura 1 mostra as regiões sugeridas para análise.

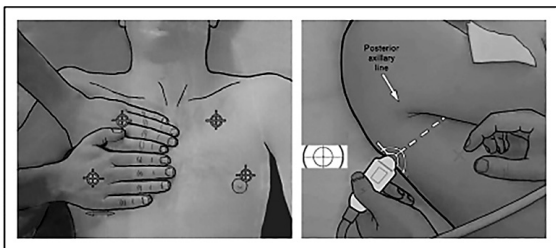


Figura 1 - Pontos sugeridos para posicionamento do transdutor na ultrassonografia pulmonar.

Fonte - Lichtenstein, D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care*, 2014, 20:315–322.

Os arcos costais são vistos como linhas hiperecoicas, com uma sombra acústica subjacente. Juntamente com uma linha horizontal observada entre eles, produzem uma imagem típica denominada **sinal do morcego**. Essa linha representa as pleuras visceral e parietal e é chamada **linha pleural**. Durante a respiração, um movimento pode ser observado na linha pleural, conhecido como **deslizamento pulmonar**. Em superfície pulmonar normal, a linha pleural repete-se várias vezes em direção ao fim da tela, em intervalos idênticos à distância entre a pele e a linha pleural, criando artefatos denominados **linhas A**. Com o ultrassom em

modo M, o deslizamento pulmonar gera uma imagem conhecida como **sinal da praia**.^{2,4} (Figura 2).

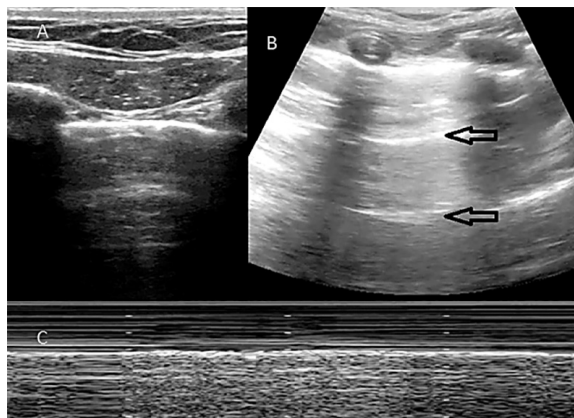


Figura 2 - Em A observa-se o sinal do morcego. Em B observam-se linhas A indicadas pelas setas. Em C observa-se o sinal da praia no modo-M.

Deslizamento pulmonar abolido pode ser visto em casos de pneumotórax, atelectasia pulmonar, derrame pleural, fibrose pulmonar, paralisia do nervo frênico, ventilação a jato, parada cardíaca, intubação esofágica ou em situações em que o examinador utiliza um transdutor inadequado.³ A associação de linhas A com a ausência do deslizamento pulmonar sugere fortemente a existência de pneumotórax e produz, em modo M, o **sinal da estratosfera** (Figura 3). Nessa situação, o exame de outras áreas do tórax pode mostrar um ponto de transição entre um padrão com deslizamento pulmonar para um padrão sem deslizamento, conhecido como **ponto pulmonar**. Em modo M, isso se traduz em uma área de transição entre o sinal da praia e o sinal da estratosfera, sendo patognomônico para o diagnóstico de pneumotórax. O deslizamento pulmonar e linhas B excluem pneumotórax.^{2,4}

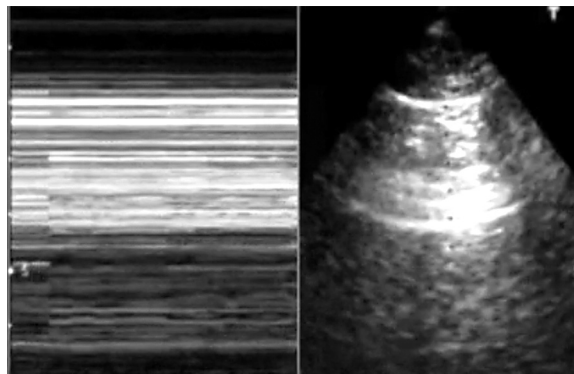


Figura 3 - À direita observa-se o sinal da estratosfera no modo-M. À esquerda a superfície pulmonar com linhas A.

Linhas B são artefatos caracterizados por linhas verticais hiperecoicas, bem definidas, que se estendem da linha pleural até o fim da tela, apagam as linhas A e movimentam-se com o deslizamento pulmonar. Elas podem ser vistas em indivíduos saudáveis², mas caso se apresentem em número de três ou mais entre dois arcos costais, indicam edema pulmonar intersticial (Figura 4). São denominadas, nesse caso, linhas B⁺ ou *caudas de cometa*.²⁻⁴

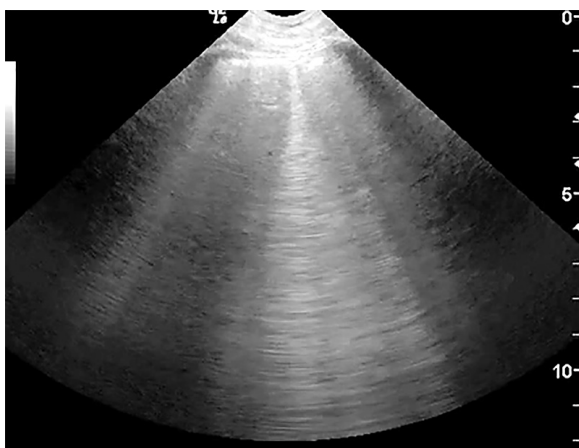


Figura 4 - Artefatos em cauda de cometa.

Um conceito que visa a simplificar a avaliação ultrassonográfica pulmonar é o da síndrome pleural e/ou alveolar posterolateral (conhecido em inglês como PLAPS), que engloba tanto imagens de derrame pleural quanto de consolidação alveolar.³ O derrame pleural eventualmente produz um padrão anecoico clássico.⁴ Devido à inconstância desse critério, Lichtenstein sugere a procura do

sinhal quádruplo, que consiste em uma imagem formada pela linha pulmonar (pleura visceral) paralela à linha pleural (pleura parietal) e do **sinhal do sinusoide**, indicando a excursão inspiratória da linha pulmonar em direção à linha pleural no modo M.² Por sua vez, a consolidação pulmonar pode levar ao aparecimento da **imagem tecidual** (hepatização pulmonar) ou do **sinhal do retalho**. Broncogramas aéreos também podem ser encontrados² (Figura 5).

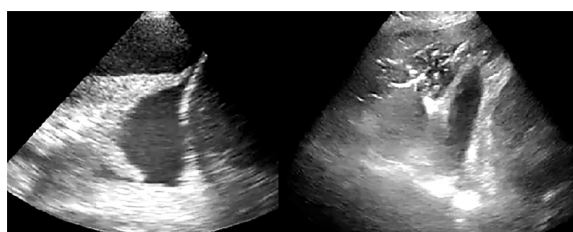


Figura 5 - PLAPS- Derrame pleural e sinhal do retalho.

A Tabela 1 resume os sinais básicos visibilizados à ultrassonografia pulmonar e seus significados.

Insuficiência respiratória aguda

Lichtenstein *et al.* utilizaram ultrassonografia pulmonar e do plexo venoso profundo dos membros inferiores para diagnosticar as principais causas de insuficiência respiratória aguda (IRA). Usando os sinais básicos, foram definidos sete perfis, que foram distribuídos em um algoritmo, conhecido como Protocolo BLUE (do inglês *Bedside Lung Ultrasound in Emergency*).²⁻⁴

Tabela 1 - Sinais e artefatos em ultrassonografia pulmonar

1 – Sinal do morcego	Imagem formada pela linha pleural (pleura visceral e parietal) entre dois arcos costais
2 – Deslizamentopulmonar	Brilho na linha pleural gerado por sua movimentação durante a respiração
3 – Sinal da praia	Imagem formada pelo deslizamento pulmonar visto no modo M
4 – Sinal da estratosfera	Sucessão de linhas horizontais no modo M indicando ausência de deslizamento pulmonar
5 – Ponto pulmonar	Sinal específico para pneumotórax visto no modo M, caracterizado pela transição entre o sinal da estratosfera e o sinal da praia
6 – Linhas A	Reverberações horizontais da linha pleural em distâncias uniformes
7 – Linhas B	Artefato hiperecótico em cauda de cometa a partir da linha pleural, apagando as linhas A e com movimento associado ao deslizamento pulmonar
8 – Sinal quádruplo	Imagem formada pela linha pulmonar paralela à linha pleural e delimitada lateralmente pelas sombras acústicas dos arcos costais
9 – Sinal do sinusoide	Deslocamento da linha pulmonar em direção à linha pleural durante a inspiração, visto no modo M
10 – Sinal do retalho	Aspecto de tecido retalhado produzido por imagens hiperecoicas nos limites entre áreas pulmonares consolidadas e aeradas
11 – Imagem tecidual	Aspecto de hepatização pulmonar visto em áreas de consolidação

- **Perfil A** – deslizamento pulmonar associado a linhas A:

Define a superfície pulmonar normal. A associação de IRA com o perfil A deve levar à hipótese de tromboembolismo pulmonar (TEP). Avaliação ultrassonográfica venosa é obrigatória nessa situação. A sensibilidade é de 81% e especificidade de 99% para a detecção de TEP. Perfil A sem trombose venosa pode estar associado à exacerbação aguda de doença pulmonar obstrutiva crônica ou asma.

- **Perfil A'** – perfil A sem deslizamento pulmonar:

Esse perfil pode ser visto em situações como pneumotórax e ventilação monopulmonar. Sua associação com o ponto pulmonar indica pneumotórax com 100% de especificidade.

- **Perfil B** – deslizamento pulmonar associado a linhas B:

O perfil B é comum no edema pulmonar. A sensibilidade é de 97% e a especificidade de 95%.

- **Perfil B'** – perfil B sem deslizamento pulmonar;
- **Perfil C** – consolidações pulmonares em regiões anteriores;
- **Perfil A/B** – perfil A em hemitórax associado ao perfil B no outro;
- **Perfil AV-PLAPS** – perfil A associado à PLAPS.

Os perfis 4 a 7 indicam pneumonia. Esta pode se apresentar em ampla variedade de regiões pulmonares, explicando padrões assimétricos (perfil A/B), consolidações anteriores (perfil C) ou mesmo a ausência de padrões anteriores intersticiais (perfil A).⁴

No algoritmo de avaliação sistematizada de IRA sugerido por Lichtenstein⁴, inicialmente deve ser verificado o deslizamento pulmonar. Se presente, exclui-se pneumotórax. A partir daí, segue-se para a pesquisa por linhas B, que sugerem edema pulmonar, ou por perfis B', C ou A/B, sugestivos de pneumonia. Caso um perfil A seja encontrado, deve-se procurar por trombose venosa, indicando TEP. Se ausente, procura-se por PLAPS sugerindo pneumonia. Por fim, perfil A isolado em indivíduo com IRA indica doença pulmonar obstrutiva crônica exacerbada ou asma.

A ultrassonografia pulmonar pode fornecer o diagnóstico imediato de IRA em 90,5% dos casos.² Além dos benefícios no tratamento da IRA, o uso rotineiro do ultrassom de pulmão no ambiente de terapia intensiva também está associado à redução do número de radiografias e tomografias realizadas.⁵

Outros usos

Diversos estudos publicados revelaram outras utilidades para a ultrassonografia pulmonar além das descritas anteriormente. Trata-se de uma técnica promissora para auxiliar no diagnóstico de atelectasias⁶ e avaliação da reexpansão pulmonar manual⁷, fornecendo informações adicionais sobre o recrutamento alveolar e a distribuição da ventilação.⁸ Pode ser útil ao prever o sucesso no desmame da ventilação mecânica em unidade de cuidados intensivos.^{9,10} Além disso, seu uso permite verificar o posicionamento correto do tubo endotraqueal¹¹ ou demonstrar adequada exclusão do pulmão não dependente em cirurgia torácica.¹²

REPOSIÇÃO VOLÊMICA

O Protocolo FALLS (do inglês *Fluid Administration Limited by Lung Sonography*) foi proposto a partir do Protocolo BLUE para o manejo do choque utilizando o ultrassom de pulmão e coração, seguindo a classificação de Weil.^{2,13} Inicia-se a investigação em busca de derrame pericárdico, aumento do ventrículo direito ou de um perfil A', a fim de afastar o diagnóstico de tamponamento cardíaco, embolia pulmonar e pneumotórax hipertensivo, ou seja, choque obstrutivo. O próximo passo é a procura de edema pulmonar, tentando encontrar um perfil B, que está associado a baixo débito do ventrículo esquerdo no choque cardiogênico. Diante de um perfil A, o paciente é chamado FALLS-responsivo. As causas prováveis são choque hipovolêmico ou choque distributivo e requerem reposição volêmica. Lichtenstein *et al.*¹⁴ demonstraram que o perfil A está correlacionado com pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) igual ou inferior a 18 mmHg, com especificidade de 93% e valor preditivo positivo de 97%. O choque hipovolêmico será definido pela melhora dos parâmetros circulatórios após fluidoterapia. Por outro lado, sobrecarga de líquidos poderá ser evidenciada pela mudança do perfil A para o perfil B em fase inicial e subclínica de uma síndrome intersticial. Isso pode significar que a causa era um choque distributivo, cujo principal representante é o choque séptico.^{2,13}

A administração de fluidos, dessa forma, deve ser limitada pelas linhas B, que se correlacionam positivamente com a congestão pulmonar medida pelo monitor PICCO® a partir do parâmetro *água extravas-*

cular pulmonar.¹⁵ Entretanto, em estudo recente, essa relação não foi demonstrada por Volpicelli *et al.*¹⁶ ao compararem o perfil B com a POAP. A combinação de linhas B com a estimativa da fração de ejeção do ventrículo esquerdo medida por ecocardiografia transtorácica é capaz de melhorar essa correlação.

Entre as várias vantagens, o protocolo FALLS fornece um parâmetro clínico direto da volemia e da responsividade à fluidoterapia. Por outro lado, a principal limitação é o perfil B gerado por doença pulmonar existente à admissão, dificultando sua correlação com o estado volêmico. A investigação do choque por insuficiência cardíaca direita com POAP baixa constitui outra limitação da técnica.

VIAS AÉREAS E CONTEÚDO GÁSTRICO

Intercorrências relacionadas às vias aéreas estão entre as principais causas de morbidade em anestesia. A avaliação ultrassonográfica pode ser utilizada para proporcionar segurança e diminuir repercussões negativas nesse contexto.

Ultrassonografia sublingual é uma das ferramentas descritas com potencial de previsão de uma via aérea difícil. Em estudo-piloto, a visibilidade do osso hioide por meio da ultrassonografia foi associada a mais facilidade na laringoscopia.¹⁷ A distância da pele até o contorno anterior da traqueia medida em dois pontos (no nível das pregas vocais e no nível da fúrcula esternal) de 50 pacientes obesos foi significativamente maior naqueles que apresentaram dificuldades à laringoscopia, mesmo após novo posicionamento e manipulação da laringe.¹⁸

Diversas doenças que afetam o manejo das vias aéreas podem ser diagnosticadas antes da indução anestésica, com o auxílio do ultrassom. Tumores subglóticos e estenose de laringe podem ser visibilizados,^{15,19} assim como divertículos faríngeos, que acarretariam mais riscos de regurgitação e aspiração broncopulmonar.^{18,20} Pode-se, ainda, identificar a membrana cricótireóidea antes da manipulação de uma via aérea difícil, preparando-se, assim, para uma possível cricótireoidostomia de emergência.¹ Embora existam vários métodos de rastreamento ultrassonográfico disponíveis, são necessárias mais evidências para que recomendações sejam feitas.^{1, 21}

Além de sua utilidade na previsão de uma via aérea difícil, a avaliação dinâmica do pescoço (simultaneamente à intubação traqueal) pode revelar se o

posicionamento da cânula ocorreu na traqueia ou no esôfago, sem necessidade de ventilação.^{1,22} A ventilação manual com máscara também pode ser aperfeiçoada ao demonstrar insuflação gástrica com o uso de pressões acima de 15 cmH₂O, enquanto o método de ausculta detecta apenas a partir de pressões superiores a 20 cmH₂O.²³

Conteúdo gástrico pode ser detectado, quantificado e qualificado com a ultrassonografia. Assim, uma fonte de regurgitação e aspiração pode ser identificada com mudanças no planejamento da indução anestésica.²⁴ Entretanto, a acurácia do método não é adequada na detecção de estômago vazio e, portanto, não autoriza o abandono dos demais cuidados para profilaxia de aspiração broncopulmonar, como o jejum pré-operatório.^{1,25}

CONCLUSÃO

A ultrassonografia à beira do leito é técnica promissora que vem sendo aperfeiçoada e difundida na prática clínica. Com o aumento da disponibilidade de equipamentos portáteis, o ultrassom está se tornando uma ferramenta poderosa, com impacto significativo na avaliação do pulmão. O método é livre de radiação, não invasivo e capaz de gerar padrões de imagem reproduzíveis que podem reduzir o tempo de diagnóstico de doenças pulmonares. Estudos clínicos adicionais relacionados à avaliação ultrassonográfica da via aérea e conteúdo gástrico são necessários para melhorar nossa compreensão e determinar seu papel na prática clínica.

REFERÊNCIAS

1. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging*. 2014 Apr; 5(2):253-79.
2. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care*. 2014 Jun; 20(3):315-22.
3. Lichtenstein D. Lung ultrasound in acute respiratory failure: an introduction to the BLUE-protocol. *Minerva Anestesiol*. 2009 May; 75(5):313-7.
4. Lichtenstein D, Mezière G. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008 Jul; 134(1):117-25.
5. Peris A, Tutino L, Zagli G, Batacchi S, Cianchi G, Spina R, *et al.* The use of point-of-care bedside lung ultrasound significantly redu-

- ces the number of radiographs and computed tomography scans in critically ill patients. *Anesth Analg*. 2010 Sep; 111(3):687-92.
6. Acosta CM, Maidana GA, Jacovitti D, Belaunzarán A, Cereceda S, Rae E, *et al*. Accuracy of transthoracic lung ultrasound for diagnosing anesthesia-induced atelectasis in children. *Anesthesiology*. 2014 Jun; 120(6):1370-9.
 7. Cavaliere F1, Biasucci D, Costa R, Soave M, Addabbo G, Proietti R. Chest ultrasounds to guide manual reexpansion of a postoperative pulmonary atelectasis: a case report. *Minerva Anesthesiol*. 2011 Jul; 77(7):750-3.
 8. Luecke T, Corradi F, Pelosi P. Lung imaging for titration of mechanical ventilation. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2012 Apr; 25(2):131-40.
 9. Oropello J, Rahmanian M. Can chest sonography predict and facilitate successful ventilator weaning?* *Crit Care Med*. 2013 Aug; 41(8):2065-7.
 10. Ferrari G, De Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprà F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound J*. 2014 Jun 7; 6(1):8.
 11. Pfeiffer P, Rudolph SS, Børglum J, Isbye DL. Temporal comparison of ultrasound vs. auscultation and capnography in verification of endotracheal tube placement. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011 Nov; 55(10):1190-5.
 12. Saporito A, Lo Piccolo A, Franceschini D, Tomasetti R, Anselmi L. Thoracic ultrasound confirmation of correct lung exclusion before one-lung ventilation during thoracic surgery. *J Ultrasound*. 2013 Nov 9; 16(4):195-9.
 13. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel*. 2013; 5(3):142-7.
 14. Lichtenstein D, Mezière 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 Oct; 136(4):1014-20.
 15. Gritzmann N. Imaging procedures in diagnosis of laryngeal cancer with special reference to high resolution ultrasound. *Wien Klin Wochenschr*. 1992; 104 (8): 234-42.
 16. Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, Carpinteri G, Tengattini M, Stefanone V, *et al*. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure. *Anesthesiology*. 2014 Aug; 121(2):320-7.
 17. Hui CM, Tsui BC. Sublingual ultrasound as an assessment method for predicting difficult intubation: a pilot study. *Anaesthesia*. 2014 Apr; 69(4):314-9.
 18. Abrams J. Sonographic differential diagnosis of thyroid nodule. Pharyngoesophageal diverticulum. *HNO*. 2011 Dec; 59(12):1215-8.
 19. Rossler L, Rothoef T, Teig N, Koerner-Rettberg C, Deitmer T, Rieger CH, *et al*. Ultrasound and colour Doppler in infantile subglottic haemangioma. *Pediatr Radiol*. 2011 Nov; 41(11):1421-8.
 20. Lixin J, Bing H, Zhigang W, Binghui Z. Sonographic diagnosis features of Zenker diverticulum. *Eur J Radiol*. 2011 Nov; 80(2):e13-9.
 21. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging*. 2014 Apr; 5(2):253-79.
 22. Marciniak B, Fayoux P, Hébrard A, Krivosic-Horber R, Engelhardt T, Bissonnette B. Airway management in children: ultrasonography assessment of tracheal intubation in real time?* *Anesth Analg*. 2009 Feb; 108(2):461-5.
 23. Bouvet L1, Albert ML, Augris C, Boselli E, Ecochard R, Rabilloud M, *et al*. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study. *Anesthesiology*. 2014 Feb; 120(2):326-34.
 24. Bouvet L, Chassard D. Contribution of ultrasonography for the preoperative assessment of gastric contents. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2014 Apr; 33(4):240-7.
 25. Jacoby J, Smith G, Eberhardt M, Heller M. Bedside ultrasound to determine prandial status. *Am J Emerg Med*. 2003 May; 21(3):216-9.