

## Avaliação ultrassonográfica dos campos pulmonares de cães sadios: técnica de varredura e aspectos da normalidade

Ultrasound Evaluation of Lung Fields in Healthy Dogs: Scanning Technic and Aspects of Normality.

Diego Ferreira Alves Modena<sup>1</sup>, Silvana Maria Unruh<sup>1</sup>, Guilherme Teixeira Goldfeder<sup>2</sup>,  
José Henrique Hildebrand Grisi Filho<sup>3</sup>, Paula Hiromi Itikawa<sup>2</sup>,  
Maria Helena Matiko Akao Larsson<sup>2</sup> & Carla Aparecida Batista Lorigados<sup>1</sup>

### ABSTRACT

**Background:** The ultrasound exam has always played a secondary role in pulmonary imaging, with its applicability restricted in emergency care to screen for pleural and/or pericardial effusion, pneumothorax and pulmonary contusion. The recognition of different reverberating artifacts arising from the normal aerated lungs (A lines) and in the presence of lungs with interstitial and/or alveolar infiltrates (B lines) led to wider application of the technique in patients with respiratory syndrome. The objective of this study was to describe the ultrasound imaging methodology and the aspects of the pleura, pleural space and lung fields in healthy dogs.

**Materials, Methods & Results:** Twenty healthy dogs of different breeds and ages, males and females were evaluated in this study; good health status was confirmed by physical examination, electro and echocardiographic assessment, thoracic radiography and systemic arterial blood pressure measurements. Dogs were scanned by a single examiner experienced in diagnostic imaging and previously trained for 6 months in thoracic ultrasound image interpretation. A MyLab 40 with a microconvex multifrequency probe (5-8 MHz) was used in this study. Evaluation was performed in an orthopneic position (standing or sternal recumbency) under manual containment. Ultrasound examinations were based on the *VetBLUE* (*Veterinary Bedside Lung Ultrasound Exam*) protocol. Lung fields were regionally scanned at the 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup>, 4-5<sup>th</sup>, 6-7<sup>th</sup> and 8-9<sup>th</sup> intercostal spaces in the right and left hemithorax. A subxiphoid window was added to screen for free fluid in the pleural space and/or pericardial sac. Pleural sliding and A lines, that are hyperechoic parallel equidistant lines arising from the visceral pleura-lung interface could be easily seen at all intercostal spaces in all dogs in this sample, with more difficult visualization at the 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup> intercostal space. B lines were observed in seven out of twenty dogs (35%). However, this artifact was limited to one intercostal space and a maximum of two lines were detected per field. B line artifacts were more commonly seen in the right hemithorax, at the level of the 8-9<sup>th</sup> intercostal space however without significant differences. In the subxiphoid window evaluation A lines were not detected.

**Discussion:** The observation of B lines in healthy dogs was previously described and as in our study there were no significant differences relative to B line observation relatively to the intercostal space neither between the right and the left hemithorax. B lines are generally associated with decreased pulmonary aeration in response to interstitial/alveolar infiltration, which generates reflections and comet tail artifacts. The low number of B lines observed in this study may be associated with larger veins or lymphatics vessels, focal interstitial thickening or microatelectasia. The high respiratory frequency does not interfere in the sonographic evaluation. The dyspnea presented for animals with acute respiratory syndromes can be aggravated in stress situations, such as the displacement to the radiology service and manipulation necessary to the radiographic projections. Regional scanning by some acoustic windows allows rapid assessment of the thorax, with significant contributions to decision making in emergency situations. However, ultrasonography does not eliminate the need for other imaging modalities such as radiography and computed tomography and should be seen as a screening tool for patients presenting with acute respiratory syndromes.

**Keywords:** ultrasonography, lung, thorax, aspects of normality, canine.

**Descritores:** ultrassonografia, pulmão, tórax, aspectos da normalidade, canino.

DOI: 10.22456/1679-9216.83469

Received: 22 January 2018

Accepted: 5 June 2018

Published: 7 July 2018

Departamentos de <sup>1</sup>Cirurgia (VCI), <sup>2</sup>Clínica Médica (VCM) & <sup>3</sup>Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal (VPS), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brazil. CORRESPONDENCE: D.F.A. Modena [diego.modena@usp.br - Fax: +55 (11) 30911219]. Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo - USP. Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva n. 87. Cidade Universitária. CEP 05508-270 São Paulo, SP, Brazil.

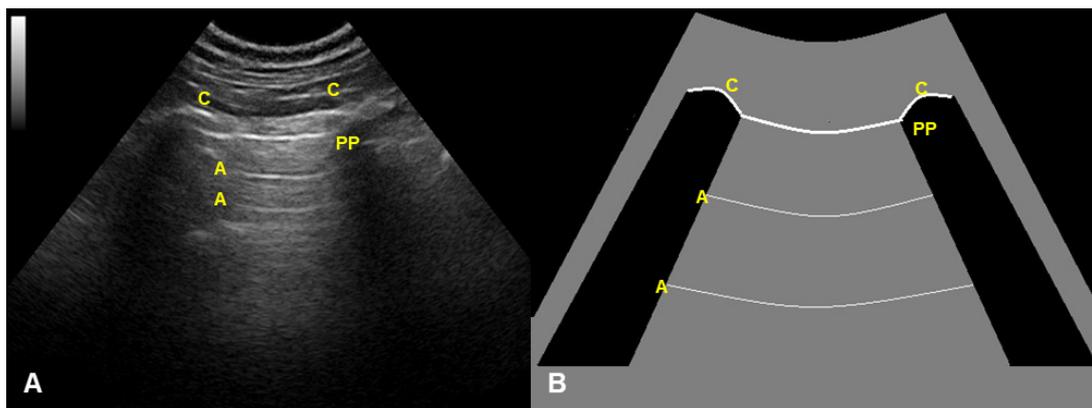
## INTRODUÇÃO

A ultrassonografia sempre desempenhou papel secundário na avaliação dos pulmões, uma vez que as ondas ultrassônicas não se propagam adequadamente no meio gasoso. Na medicina, seu uso restringia-se ao paciente traumatizado no atendimento emergencial, na pesquisa de derrame pleural, hemopericárdio, pneumotórax e contusão pulmonar [13]. A partir da interpretação de diferentes artefatos de reverberação gerados entre a interação do ultrassom com o pulmão normal ou alterado (infiltrado/atelectásico), houve incentivo em sua utilização também em pacientes com síndromes respiratórias [3,10,11].

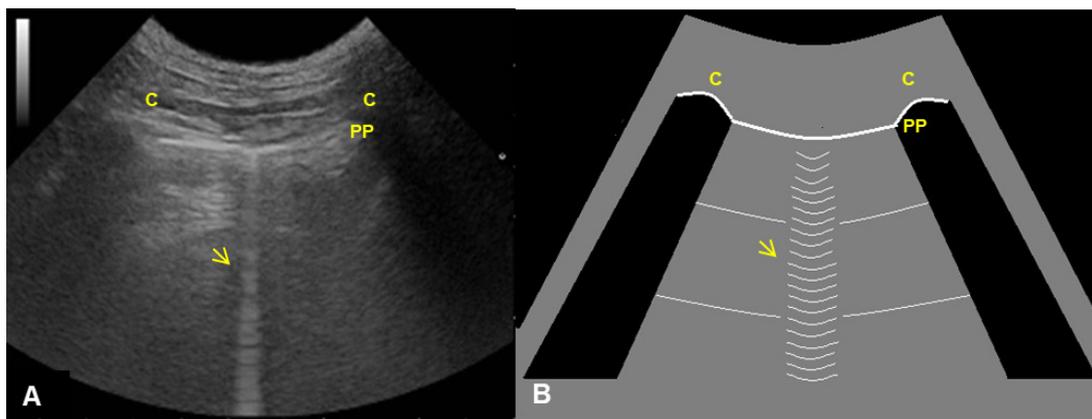
O aspecto ultrassonográfico do tórax normal caracteriza-se por uma linha horizontal hiperecogênica, que representa a interface entre a pleura visceral e o pulmão e que se movimenta com o ciclo respiratório

(sinal do deslizamento). Distalmente a esta linha, observam-se outras linhas hiperecogênicas paralelas e equidistantes, que representam artefatos de reverberação denominados linhas A [2-5,11,13] (Figura 1). Nas alterações pulmonares onde ocorrem espessamento e/ou infiltrado interstício-alveolar, artefatos denominados linhas B ou consolidações pulmonares são detectados [1,7,9,10,13,20,21] (Figura 2).

O objetivo deste estudo foi apresentar a técnica de varredura por meio do ultrassom torácico e os aspectos ultrassonográficos observados nos campos pulmonares, pleura e espaço pleural de cães saudáveis. Considera-se fundamental o conhecimento dos aspectos de normalidade, para se obter parâmetros de referência que auxiliem a interpretação dos exames em pacientes com síndromes respiratórias ou com trauma torácico.



**Figura 1.** A- Imagem ultrassonográfica correspondente ao 5º EIC do hemitórax direito. A primeira linha hiperecogênica observada representa a superfície pleura-pulmão (PP). Distais, paralelas e equidistantes em relação a ela observam-se duas linhas hiperecogênicas que representam os artefatos de reverberação produzidos por esta superfície, denominadas linhas A (A). As costelas aparecem como superfícies curvilíneas hiperecogênicas produtoras de sombra acústica posterior (C). B- Representação esquemática da imagem ultrassonográfica correspondente.



**Figura 2.** A- Imagem ultrassonográfica correspondente ao 9º EIC do hemitórax direito. Perpendiculares à superfície pleura-pulmão (PP), observa-se a presença de pequenas linhas hiperecogênicas que vão se acumulando distalmente até a borda oposta do ecógrafo, denominadas de linhas B (seta), e representam as reflexões sofridas pelo feixe ultrassônico entre o interstício e as superfícies aeradas dos alvéolos pulmonares adjacentes. As costelas aparecem como superfícies curvilíneas, produtoras de sombra acústica posterior (C). B- Representação esquemática da imagem ultrassonográfica correspondente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Animais

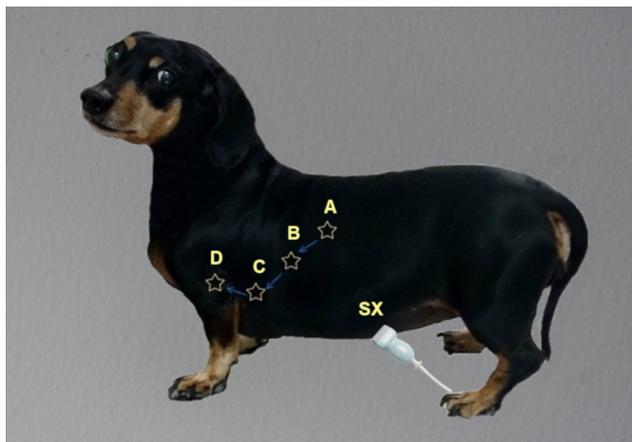
O grupo experimental foi composto por 20 cães saudáveis, provenientes de criadores ou domiciliados, machos e fêmeas, de idade e raças variadas, que foram submetidos aos exames físico, eletrocardiográfico, ecocardiográfico, determinação da pressão arterial sistêmica e exame radiográfico do tórax para comprovar a sua saúde.

### Delineamento experimental

Os exames ultrassonográficos foram realizados por um único avaliador, com oito anos de experiência na área de diagnóstico por imagem, que recebeu treinamento prévio durante seis meses na interpretação de imagens ultrassonográficas de tórax. Para as avaliações, utilizou-se aparelho de ultrassonografia modelo MyLab 40<sup>1</sup>, com transdutor microconvexo multifrequencial (frequência de 5-8 MHz). Os ajustes de frequência e profundidade foram feitos de acordo com o porte e a condição corpórea do animal.

### Protocolo ultrassonográfico

Os animais foram avaliados em estação ou em decúbito esternal, sob contenção manual com o auxílio de seus proprietários e as regiões analisadas foram definidas utilizando-se como base o protocolo de exame ultrassonográfico dos campos pulmonares denominado *Veterinary Bedside Lung Ultrasound Exam - VetBLUE* [14] (Figura 3). Por convenção, o sentido de avaliação foi o caudocranial e o lado esquerdo foi analisado antes do direito. Em nenhum dos exames foi realizada a tricotomia da região, utilizando-se apenas gel (Ultra-gel<sup>®</sup>)<sup>2</sup> como acoplador acústico.



**Figura 3.** Vista lateral de um cão demonstra as janelas acústicas utilizadas na avaliação ultrassonográfica do tórax. A- Regiões compreendidas entre 8º-9º EIC. B- 6º-7º EIC. C- 4º-5º EIC. D- 2º-3º EIC. SX- Região subxifoide.

As regiões que compõem o protocolo VetBLUE são as que compreendem os 8º e 9º espaços intercostais (EICs) dorsalmente, de forma a se avaliar os campos pulmonares caudais; os 6º e 7º EICs correspondente à região hilar e perihilar; os 4º e 5º EICs em terço médio da cavidade torácica, para avaliação do lobo médio ou da porção caudal do lobo cranial e os 2º e 3º EICs, na topografia dos lobos craniais. A janela subxifoide também foi abordada por ser recomendada para a avaliação da presença de líquido livre no espaço pleural e no saco pericárdico.

Para cada região foram realizadas imagens estáticas e um filme com vinte segundos de duração. O tempo total de duração de cada exame foi cronometrado, obtendo-se assim uma média de tempo necessária para a realização do exame completo.

Antes do início de cada exame ultrassonográfico a frequência respiratória dos cães foi aferida.

### Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada com o software R<sup>3</sup> utilizando o teste de Fisher (*Fisher's exact test*) para a comparação, entre os positivos para a ocorrência de linha B entre lado direito e esquerdo e entre as regiões avaliadas.

## RESULTADOS

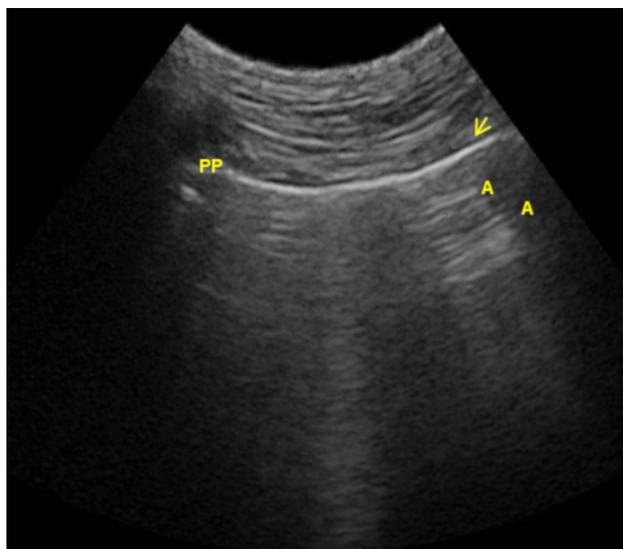
Dos 20 cães analisados, quatro eram machos (20%) e 16 fêmeas (80%), com idade entre dois e 10 anos (média de 6,05 anos e mediana de 6 anos) e peso corpóreo entre 1,9 e 16 kg (média de 6,85 kg e mediana de 5,4 kg). Raça, gênero, idade e peso corpóreo de cada animal encontram-se descritos na Tabela 1.

Nenhum dos animais incluídos no trabalho apresentou alterações aos exames físico (ausculta cardíaca e pulmonar), ecocardiográfico, eletrocardiográfico e radiográfico do tórax. A frequência respiratória dos animais variou de 12 a 52 movimentos respiratórios por minuto (mrpm), com média de 31,7 mrpm.

Nos 20 cães avaliados, foi de fácil reconhecimento a presença de uma linha hiperecogênica, produzida pela interface pleura visceral-pulmão, que desliza num movimento de “vai-e-vem” durante o ciclo respiratório. Mesmo a FR mais alta no momento do exame apresentada por alguns cães não impediu a observação deste movimento de deslizamento entre as pleuras. Abaixo desta linha, observou-se a presença de duas a três linhas hiperecogênicas horizontais,

equidistantes, que tendiam a desaparecer nos planos mais profundos do ecógrafa, correspondentes ao artefato de reverberação provenientes da superfície pleura-pulmão (linhas A). Estas linhas A foram observadas em todos os EICs, porém nos 2°-3° a sua visualização foi mais difícil. O espaço pleural normal é um espaço virtual e, em alguns casos, uma fina linha anecogênica pode ser observada, o que representa a película do líquido pleural entre as pleuras parietal e visceral (Figura 4). A adequada distinção da pleura parietal não foi possível.

Dos 20 cães avaliados, sete (35%) apresentaram linhas B (cães 1, 7, 8, 13, 14, 16 e 17) ao exame ultrassonográfico. Os cães 14 e 16 apresentaram linhas B em dois campos, os demais apresentaram em apenas um EIC. O cão 7 foi o único que apresentou duas linhas B no mesmo EIC. O achado foi mais observado no hemitórax direito do que no esquerdo e a região mais acometida foi entre os 8° e 9° EICs. A região, o número de linhas observadas por região e o hemitórax onde cada animal apresentou o artefato de linha B encontram-se descritos na Tabela 2.



**Figura 4.** Imagem ultrassonográfica correspondente ao 9° EIC do hemitórax direito. Nesta imagem é possível observar uma fina linha anecogênica proximal à superfície pleura-pulmão (PP), que representa a película de líquido presente no espaço entre as pleuras parietal e visceral (seta). A pleura visceral não se apresenta distinta. A- Linhas A.

**Tabela 1.** Características quanto à raça, gênero, idade e peso do grupo experimental.

Cão	Raça	Gênero	Idade (anos)	Peso (kg)
1	Buldogue Francês	Macho	3	16
2	Maltês	Fêmea	5	2,6
3	Spaniel Japonês	Macho	6	5,4
4	Bichon Frisé	Macho	10	10,8
5	Sem Definição Racial	Fêmea	7	9,4
6	West Highland White Terrier	Fêmea	6	5,3
7	Lhasa Apso	Fêmea	6	5,1
8	Lhasa Apso	Fêmea	5	6,2
9	Lhasa Apso	Fêmea	6	4,1
10	Lhasa Apso	Fêmea	5	8,2
11	Lhasa Apso	Fêmea	7	7,9
12	Yorkshire	Fêmea	6	3,8
13	Yorkshire	Fêmea	4	4,2
14	Spitz Alemão	Fêmea	2	4,5
15	Sem Definição Racial	Fêmea	7	15,6
16	Teckel	Macho	8	8,9
17	Teckel	Fêmea	9	7,8
18	Poodle	Fêmea	8	2,5
19	Poodle	Fêmea	5	1,9
20	Poodle	Fêmea	7	2,6

Tabela 2. Demonstração do cão, região, hemitórax e número de linhas B observadas.

Cão	Espaço intercostal	Hemitórax	Número de linhas B
1	6°-7°	Direito	1
7	8°-9°	Esquerdo	2
8	4°-5°	Direito	1
13	8°-9°	Direito	1
14	8°-9°	Direito	1
	6°-7°	Esquerdo	1
16	4°-5°	Direito	1
	2°-3°	Esquerdo	1
17	2°-3°	Direito	1

Na região subxifoide, utilizando o parênquima hepático como janela acústica, o diafragma foi observado como uma linha hiperecogênica curvilínea. Nesta janela não foi possível observar o artefato de linhas A e também não foi observada a presença de líquido livre pleural.

O tempo de duração da avaliação ultrassonográfica dos campos pulmonares variou de 18 a 30 min (média de 28,5 min).

Utilizado o teste de Fisher (*Fisher's exact test*) para a comparação, entre os positivos para a ocorrência de linha B entre lado direito e esquerdo e entre as regiões avaliadas, os resultados foram  $P = 1$  e  $P = 0,266$ , respectivamente, ou seja, não houve diferença significativa entre o acometimento em relação ao hemitórax nem entre as regiões avaliadas.

#### DISCUSSÃO

As características de um determinado tecido ao exame ultrassonográfico é definida por sua impedância acústica, pois esta determina a intensidade de reflexão sofrida pela onda ultrassônica ao se propagar pelos materiais e, conseqüentemente, sua ecogenicidade. Interfaces de tecidos onde há uma grande diferença de impedância acústica gera uma forte reflexão das ondas [8]. A impedância acústica ( $Z$ ) é determinada a partir do produto da densidade de um meio ( $\rho$ ) pela velocidade ( $V$ ) da onda ultrassônica neste meio ( $Z = \rho \times V$ ) [6]. Como a velocidade das ondas ultrassônicas no parênquima pulmonar é muito menor do que em qualquer outro meio (600 m/s), a diferença de impedância acústica na interface entre a pleura visceral e o parênquima pulmonar torna-se muito grande [8], refletindo cerca de 95% das ondas ultrassônicas [19]. Por isso, não há formação de imagem ultrassonográfica do tecido pulmonar propriamente dito, quando este se apresenta aerado.

Quadros de edema pulmonar, pleurite, fibrose pulmonar, pneumonia, contusão pulmonar causam diminuição da aeração pulmonar e espessamento da pleura e/ou do interstício, criando um espaço pelo qual o feixe ultrassônico pode se propagar, gerando artefato de reverberação, denominado de linhas B [1,7,10,13,21]. Quando o infiltrado se localiza não somente no interstício, mas também no espaço alveolar, há a formação de um grande número de linhas B que se tornam coalescentes. Além disso, áreas hipocogênicas circunscritas, irregulares, subpleurais, podem ser observadas (denominadas de “sinal do retalho”), que representam consolidações pulmonares focais. Quando todo o lobo é acometido, o pulmão passa a ter um aspecto tissular, assemelhando-se a um órgão parenquimatoso como o fígado [14]. A causa para explicar o aparecimento de linhas B em animais e pacientes normais ainda não foi totalmente estabelecida. Contudo, acredita-se que a presença de vasos venosos ou linfáticos mais calibrosos, espessamentos intersticiais focais e microatelectasias possam gerar este artefato em quantidade reduzida [17]. Há um consenso de que o achado só pode ser considerado normal quando se observam, no máximo, duas linhas por campo [5,13,15,18].

A porcentagem de cães saudáveis em que as linhas B foram observadas corrobora com um estudo semelhante envolvendo 31 cães, no qual 31% apresentaram linhas B em pelo menos um EIC [16]. Contudo, outro trabalho [15] com 98 cães saudáveis, apenas 11% dos animais apresentaram linhas B ao exame ultrassonográfico. Assim como em outros estudos realizados em cães saudáveis [15,16], não houve diferença significativa na observação de linhas B quanto a sua localização em relação aos EICs avaliados e nem em relação ao hemitórax.

Questiona-se se a frequência respiratória mais elevada de alguns animais poderia trazer alguma dificuldade na visualização dos parâmetros a serem observados, principalmente do movimento de deslizamento entre as pleuras. Neste estudo, mesmo com uma média de frequência respiratória relativamente alta (31,7 mrpm), não houve prejuízo na avaliação sonográfica. A falta de distinção da pleura parietal pode estar relacionada com a resolução da imagem gerada pelo transdutor utilizado.

Na abordagem pela região subxifoide também há uma interface com grande diferença da impedância acústica (pulmão/diafragma-parênquima hepático), contudo nesta janela não foi possível observar as linhas A. Nesta região, outro artefato de imagem denominado imagem em espelho é originado. Geralmente este surge em interfaces acústicas curvas, com grande reflexão (representada pelo diafragma), na qual o feixe de ultrassom efetua o percurso inverso, sendo assumida uma trajetória direta e a imagem em espelho surge distalmente à interface acústica curva [8].

Preconiza-se que o exame TFAST (*Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma*) deva ser realizado em cerca de três min [15]. Em outros estudos, a duração média dos exames foi de 10 min [16]. O tempo médio de realização das avaliações ultrassonográficas neste estudo foi maior, porém isso pode ser explicado pelo tempo dispendido nas realizações dos filmes que foram utilizados para reavaliações e documentação, sendo factível a realização do exame em tempo menor.

O exame ultrassonográfico dos campos pulmonares possui uma curva de aprendizado relativamente rápida [1,4,12,13,18,20,21]. Contudo, o conhecimento prévio das bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica e treinamento são necessários para o reconhecimento de um campo pulmonar normal e dos

artefatos de imagem que podem aparecer em condições normais ou patológicas [17].

## CONCLUSÃO

Animais com síndromes respiratórias apresentam dispnéia, como principal sintomatologia, quadro que pode ser agravado em situações de estresse, como o deslocamento até o serviço de radiologia e manipulação necessária às projeções radiográficas. A avaliação ultrassonográfica do tórax é um exame não invasivo, livre de radiação ionizante, que pode ser realizado em posição ortopneica (com o paciente em decúbito esternal ou em estação) com mínima contenção manual, não necessita de tricotomia prévia e, pela portabilidade dos equipamentos ultrassonográficos, pode ser realizada nas salas de triagem e de pronto atendimento, concomitantemente aos primeiros aportes terapêuticos. Por meio de uma avaliação segmentada de algumas janelas acústicas, pode-se obter uma avaliação do tórax do paciente num tempo relativamente curto. Contudo, esta técnica não exclui a necessidade da utilização de outras modalidades de imagem (exame radiográfico e tomografia computadorizada), representando uma triagem para aqueles pacientes que chegam ao atendimento emergencial com síndromes respiratórias agudas.

## MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Esaote Healthcare. Genova, Italy.

<sup>2</sup>Multigel Indústria e Comércio Ltda. Silvianópolis, MG, Brazil.

<sup>3</sup>R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

**Ethical approval.** All procedures and animal care were in compliance with the guidelines of the Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA of the School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo (protocol nº 9018020715).

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the contents and writing of the paper.

## REFERENCES

- 1 Agricola E., Bove T. & Oppizzi M. 2005. "Ultrasound Comet-Tail Images": A Marker Of Pulmonary Edema. *Chest*. 127: 1690-1695.
- 2 Agricola E., Picano E., Opizzi M., Pisani M., Meris A., Fragasso G. & Margonato A. 2006. Assessment of Stress-induced Pulmonary Interstitial Edema by Chest Ultrasound During Exercise Echocardiography and its Correlation with Left Ventricular Function. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 19(4): 457-463.
- 3 Arbelot C., Ferrari F., Bouhemad B. & Rouby J.J. 2008. Lung ultrasound in acute respiratory distress syndrome and acute lung injury. *Current Opinion in Critical Care*. 14(1): 70-74.
- 4 Bouhemad B., Brisson H., Le-Guen M., Arbelot C., Lu Q. & Rouby J.J. 2011. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 183(3): 341-347.

- 5 **Bouhemad B., Liu Z.H., Arbelot C., Zhang M., Ferrari F., Le-Guen M., Girard M., Lu Q. & Rouby J.J. 2010.** Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary re-aeration in ventilator-associated pneumonia. *Critical Care Medicine*. 38(1): 84-92.
- 6 **Bushberg J.T., Seibert J.A., Leidholdt Jr. E.M. & Boone J.M. 2001.** Ultrasound. In: *The Essential Physics of Medical Imaging*. 3rd edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, pp.500-576.
- 7 **Copetti R., Soldati G. & Copetti P. 2008.** Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovascular Ultrasound*. 6: 16.
- 8 **D'Anjou M.A. & Penninck D. 2015.** Practical physical concepts and artifacts. In: Penninck D. & D'Anjou M.A. (Eds). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. 2nd edn. Oxford: Wiley Blackwell, pp.1-18.
- 9 **Jambrik Z., Monti S., Coppola V., Agricola E., Mottola G., Miniati M. & Picano E. 2004.** Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *American Journal of Cardiology*. 93(10): 1265-1270.
- 10 **Lichtenstein D.A. 2007.** Ultrasound in the management of thoracic disease. *Critical Care Medicine*. 35(5): S250-S261.
- 11 **Lichtenstein D.A., Lascols N., Mezière G. & Gepner A. 2004.** Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Medicine*. 30(2): 276-281.
- 12 **Lichtenstein D.A., Goldstein I., Mourgeon E., Cluzel P., Grenier P. & Rouby J.J. 2004.** Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 100(1): 9-15.
- 13 **Lichtenstein D.A., Meziere G., Biderman P., Gepner A. & Barre O. 1997.** The comet-tail artefact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. (156): 1640-1646.
- 14 **Lisciandro G.R. 2014.** The Vet BLUE lung scan. In: Lisciandro G.R. (Ed). *Focused ultrasound techniques for the small animal practitioner*. Oxford: Wiley Blackwell, pp.166-188.
- 15 **Lisciandro G.R., Fosgate G.T. & Fulton R.M. 2014.** Frequency and number of ultrasound lung rockets (b-lines) using a regionally based lung ultrasound examination named vet blue (veterinary bedside lung ultrasound exam) in dogs with radiographically normal lung findings. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 55(3): 315-322.
- 16 **Rademacher N., Pariaut R., Pate J., Saelinger C., Kearney M.T. & Gaschen L. 2014.** Transthoracic lung ultrasound in normal dogs and dogs with cardiogenic pulmonary edema: A pilot study. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 55(4): 447-452.
- 17 **Silva F.R. 2007.** Ultrassonografia torácica na contusão pulmonar. 90f. Porto Alegre, RS. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) - Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 18 **Soummer A., Perbet S., Brisson H., Arbelot C., Constantin J.M., Lu Q. & Rouby J.J. 2012.** Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Critical Care Medicine*. 40(7): 2064-2072.
- 19 **Sperandeo M., Rotondo A., Guglielmi G., Catalano D., Feragalli B. & Trovato G.M. 2014.** Transthoracic ultrasound in the assessment of pleural and pulmonary diseases: Use and limitations. *Radiologia Medica*. 119(10): 729-740.
- 20 **Volpicelli G., Caramello V., Cardinale L., Mussa A., Bar F. & Francisco M.F. 2008.** Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *American Journal of Emergency Medicine*. 26(5): 585-591.
- 21 **Volpicelli G., Mussa A., Garofalo G., Cardinale L., Casoli G., Perotto F., Fava C. & Francisco M. 2006.** Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *American Journal of Emergency Medicine*. 24(6): 689-696.