

# Ultrassonografia pulmonar na insuficiência cardíaca agudamente descompensada

*Pulmonary ultrasonography in acute decompensated heart failure*

Ângela Faistauer<sup>1</sup>, Ana Gheller<sup>2</sup>, Rafael Nicolaidis<sup>3</sup>, Luiz Cláudio Danzmann<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Estudante do último ano de graduação da Faculdade de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

<sup>2</sup> Médica Residente do Serviço de Cardiologia do Hospital São Lucas da PUCRS.

<sup>3</sup> Médico Residente em Medicina de Emergência do Hospital de Pronto Socorro de Porto Alegre.

<sup>4</sup> Doutor em Cardiologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor Adjunto de Clínica Médica do Curso de Medicina da Universidade Luterana do Brasil. Coordenador do Centro de Estudos em Insuficiência Cardíaca do Hospital São Lucas da PUCRS.

## RESUMO

**Objetivos:** revisar dados da literatura relacionados ao uso da ultrassonografia pulmonar como método diagnóstico na insuficiência cardíaca agudamente descompensada. **Fonte de Dados:** artigos pesquisados na base de dados PubMed e edições recentes de livros. **Síntese dos Dados:** a insuficiência cardíaca descompensada consiste em uma síndrome altamente prevalente nos serviços de emergência. Frequentemente, o diagnóstico diferencial com outras síndromes associadas à insuficiência respiratória aguda representa uma tarefa complexa para o médico da sala de emergência, visto que a análise clínica e a radiografia de tórax não apresentam suficiente especificidade. A ultrassonografia pulmonar vem sendo estudada como uma nova técnica para o diagnóstico de insuficiência cardíaca aguda. **Conclusões:** a ultrassonografia pulmonar possui boa sensibilidade e especificidade para edema pulmonar intersticial, além de ter baixo custo e ser de fácil aprendizado. Portanto, apresenta boa aplicabilidade para direcionamento diagnóstico, tanto para confirmação de edema intersticial, quanto para exclusão de outras morbidades.

**Descritores:** INSUFICIÊNCIA CARDÍACA/diagnóstico; EDEMA PULMONAR/ultrassonografia; PULMÃO/ultrassonografia; DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL; MEDICINA DE EMERGÊNCIA.

## ABSTRACT

**Aims:** To review literature data concerning the use of pulmonary ultrasonography as a diagnostic method in acute decompensated heart failure. **Source of Data:** Articles found in the PubMed database and recent editions of books. **Summary of Findings:** Acute decompensated heart failure is a highly prevalent condition in the emergency room. The differential diagnosis from other syndromes associated with acute respiratory failure often represents a complex task for the emergency room physician, since clinical examination and chest radiography do not have sufficient specificity. Pulmonary ultrasonography has been studied as a new technique for the diagnosis of acute heart failure. **Conclusions:** Pulmonary ultrasonography has good sensitivity and specificity for pulmonary interstitial edema, in addition to low cost and ease of learning. Hence it has a good applicability for targeting diagnosis, both for confirmation of interstitial edema and for excluding other illnesses.

**Keywords:** HEART FAILURE/diagnosis; PULMONARY EDEMA/ ultrasonography; LUNG/ultrasonography; DIAGNOSIS, DIFFERENTIAL; EMERGENCY MEDICINE.

## INTRODUÇÃO

Insuficiência cardíaca agudamente descompensada (ICAD) é definida como o desenvolvimento rápido de sinais e sintomas secundários ao funcionamento cardíaco inapropriado, resultando em débito cardíaco

insuficiente, estando entre as síndromes clínicas de maior impacto na morbimortalidade em adultos.<sup>1-4</sup> O termo agudo é um indicador de tempo de doença relacionado à gravidade, ou seja, aplica-se a um quadro de insuficiência cardíaca crônica descompensada ou a um caso novo em sua primeira apresentação.<sup>4,5</sup>

A ICAD, adicionalmente, acarreta custos elevados ao sistema de saúde, por gastos com internações hospitalares, grande número de atendimentos no setor de emergência, piora da qualidade de vida e incapacidades precoces.<sup>3,4,6</sup> No ano de 2007, as doenças cardiovasculares representaram a terceira causa de

Endereço para correspondência/Corresponding Author:

ÂNGELA FAISTAUER  
Rua Garibaldi, 1171 ap. 602 – Bom Fim  
CEP 90035-052, Porto Alegre, RS, Brasil  
Telefone: (51)3024-6149  
E-mail: faist\_angela@hotmail.com

internações pelo Sistema Único de Saúde no Brasil. A insuficiência cardíaca é a principal causa de internação hospitalar dentre as cardiovasculares, acarretando um custo anual de aproximadamente 233 milhões de reais.<sup>7,8</sup>

Na maioria das vezes, os pacientes apresentam-se nos setores de emergência com dispnéia. O diagnóstico da ICAD deve ser realizado de forma rápida com os meios diagnósticos disponíveis, para que o tratamento adequado seja iniciado sem demora.<sup>6</sup> No entanto, com frequência, o diagnóstico é retardado pela prevalência de outras enfermidades que apresentam quadro clínico semelhante, como doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), pneumotórax, síndrome de resposta inflamatória sistêmica, pneumonia, tromboembolismo pulmonar e patologias que causam infiltrado intersticial difuso, as quais promovem confusão diagnóstica na sala de emergência.<sup>9-13</sup>

Existem alguns métodos diagnósticos consagrados que guiam o diagnóstico diferencial e a terapêutica da ICAD no setor de emergência. Entre eles, está a radiografia de tórax (RX-T), método tradicional para investigar congestão pulmonar, que no entanto pode apresentar limitações pela correlação fraca com o volume de líquido extravascular pulmonar.<sup>9,10,12,13</sup> Recentemente, o peptídeo natriurético cerebral (BNP - *brain natriuretic peptide*) tem sido considerado uma ferramenta útil no diagnóstico e na decisão terapêutica da ICAD. Esse método também apresenta limitações, principalmente falsa positividade em situações clínicas que também podem elevar os níveis do marcador, como, por exemplo, embolia pulmonar.<sup>14</sup> Além disso, o custo elevado limita o seu uso nos protocolos de atendimento de ICAD no setor de emergência.

A ultrassonografia pulmonar (USP) tem sido apresentada como uma alternativa promissora na detecção de sinais de edema pulmonar intersticial.<sup>9,15</sup> O método tem mostrado boa acurácia para o diagnóstico precoce de ICAD no setor de emergência, além de ser de simples realização. Quando associado à história clínica, ao exame físico e a alguns exames complementares, apresenta acurácia ainda maior na diferenciação de diversos estados patológicos pulmonares.<sup>10,16</sup> Além disso, deve-se valorizar o uso da USP pelo fato de a congestão pulmonar, um importante preditor de morbimortalidade na insuficiência cardíaca, não poder ser excluída pela ausência de achados radiográficos.<sup>17</sup>

## MECANISMOS DE GERAÇÃO DA IMAGEM DA ULTRASSONOGRÁFIA PULMONAR

Os achados normais na USP caracterizam-se como uma imagem clara brilhante (hiperecótica) coberta pela

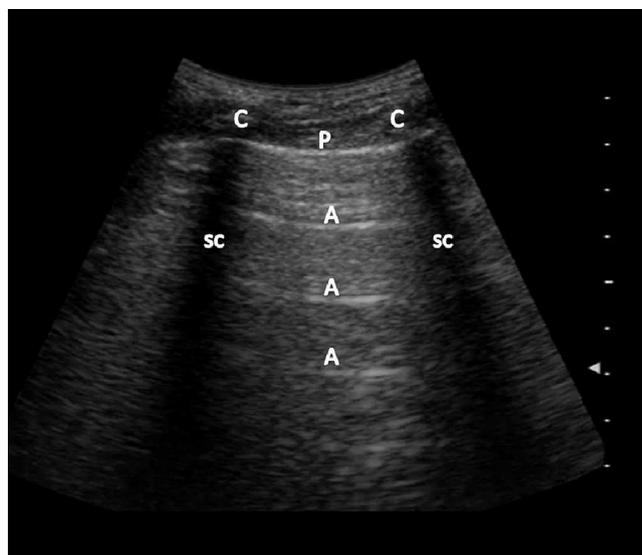
pleura, devida à interface muito refletora (pulmão cheio de ar) que bloqueia a transmissão do feixe de ultrassom. À medida que o pulmão acumula líquido no espaço intersticial, a imagem vai se tornando gradativamente mais nítida.<sup>18</sup> Há um princípio ecográfico de que o ultrassom é refletido por uma interface entre diferentes impedâncias acústicas, portanto a imagem do pulmão normal representa alta impedância, sem interrupção acústica (*acoustic mismatch*) no trajeto através do interior da cavidade torácica.<sup>10,12,19-22</sup> O espaço pleural está localizado a 1 cm do interior da parede torácica. O pulmão repleto de ar, coberto pela pleura visceral, é um refletor potente do feixe de ultrassom, que se mostra como uma interface brilhante linear que se move com a respiração (sinal do deslizamento), sendo o marcador da pleura visceral e definindo a sua localização. A pleura parietal aparece como uma linha menos distinta, fracamente ecogênica, muitas vezes obscurecida por artefato de reverberação (localização inferida)<sup>23</sup> (Figura 1).

A chamada síndrome alvéolo-intersticial (SAI) inclui diversas condições com envolvimento do interstício pulmonar e lesão alvéolo-capilar. Podem ser crônicas, como fibrose pulmonar, ou agudas, como síndrome da resposta inflamatória sistêmica, edema pulmonar ou pneumonia intersticial. Essas condições apresentam-se ecograficamente como múltiplas e difusas linhas, as Linhas B, que são consequência do espessamento do septo interlobular e do extravasamento de líquido para o interstício do parênquima pulmonar<sup>17,19</sup> (Figura 2).

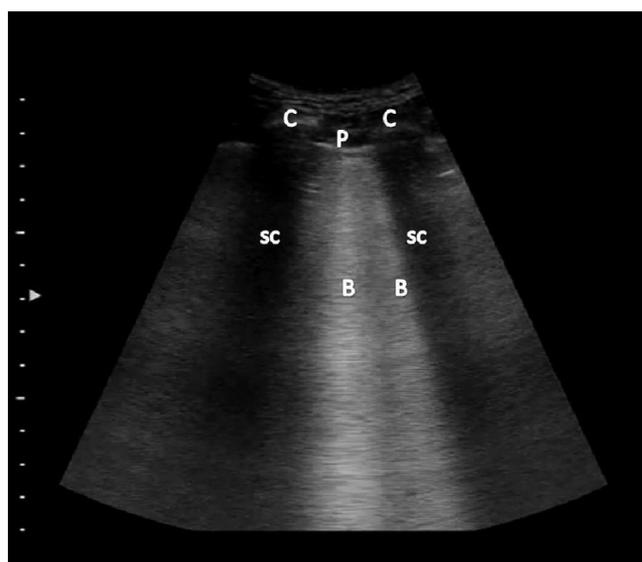
O elemento predominante no interior dos pulmões é o ar, cuja impedância acústica é  $0,0004 \times 10^5$  gp/cm<sup>2</sup>.s, muito diferente da impedância do osso ( $7 \times 10^5$  gp/cm<sup>2</sup>.s), do parênquima pulmonar ( $1,65 \times 10^5$  gp/cm<sup>2</sup>.s) e da água ( $1,48 \times 10^5$  gp/cm<sup>2</sup>.s). Considerando que o pulmão normal contém muito ar e pouco líquido, as Linhas B são caracterizadas como uma pequena estrutura rica em água, envolvida por ar (resultando em um gradiente de impedância alto). Em pulmões de indivíduos normais, não são observados tecidos intersticiais, nem mesmo por tomografia computadorizada de tórax (TC-T).<sup>24,25</sup>

Como achados ecográficos, é importante diferenciar as Linhas B das Linhas A. Estas últimas são linhas horizontais que representam reverberações acústicas, habitualmente presentes em pulmões normais, não representando alterações pulmonares patológicas. As Linhas A são visualizadas como artefatos levemente ecogênicos entre as sombras das costelas, quando o transdutor é posicionado longitudinalmente<sup>9</sup> (Figura 1).

A Linha B atualmente é chamada de sinal da cauda de cometa (SCC). O SCC é um sinal vertical, hiperecogênico, que deve apresentar cinco



**Figura 1.** Superfície normal do pulmão. Scan longitudinal de um espaço intercostal. A linha pleural (P) localiza-se 0,5 cm abaixo da linha das costelas (C) no adulto. Seu comprimento é de cerca de 2 cm. As linhas horizontais (A) paralelas à linha pleural e separadas entre si por intervalos regulares iguais à distância da pele à linha pleural, são chamadas de Linhas A. sc: sombras acústicas costais.



**Figura 2.** Ultrassonografia pulmonar apresentando duas Linhas B (ou sinais da cauda de cometa, SCC). São sinais verticais hiperecogênicos, que apresentam obrigatoriamente cinco características: (1) têm origem na linha pleural; (2) são bem definidos; (3) são difundidos desde a linha pleural e continuados até o extremo oposto da imagem, sem enfraquecimento do sinal; (4) acompanham a movimentação pleuro-pulmonar; e (5) apagam as linhas A.

C: costelas; P: linha pleural; sc: sombras acústicas costais; B: Linhas B.

características: (1) tem origem na linha pleural (pleura visceral); (2) é bem definido; (3) é difundido desde a linha pleural e continuado até o extremo oposto da imagem, sem enfraquecimento desta; (4) acompanha a movimentação pleuro-pulmonar; e (5) apaga as Linhas A.<sup>9,26</sup> A soma dos SCC determina a extensão de líquido extravascular no pulmão, ou seja, quanto maior o número de Linhas B visualizadas em cada espaço intercostal, tanto maior é o grau de congestão.<sup>14</sup> Os SCC devem estar separados, em média, 7 mm entre si (Tabela 2).<sup>25</sup>

## EVIDÊNCIAS NA UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR NO CONTEXTO CLÍNICO

Diversos estudos têm comprovado que é de grande utilidade o uso da USP em pacientes com queixas respiratórias, nos setores de emergência e de terapia intensiva. Lichtenstein et al.<sup>26</sup> avaliaram os SCC como sinal diagnóstico da SAI através de um estudo prospectivo que examinou 250 pacientes internados em unidade de terapia intensiva, sendo 121 com evidência radiológica de SAI (92 com SAI difusa e 29 com SAI localizada) e, como grupo controle, 129 pacientes com padrão radiológico normal. Observou-se que em pacientes com SAI difusa, a ultrassonografia, usando como parâmetro diagnóstico os SCC, mostrou sensibilidade de 93,4% e especificidade de 93%.

A técnica da USP é padronizada e de simples realização. O paciente deve estar em posição supina ou quase supina. Imagens ultrassonográficas da parede anterior e lateral do tórax são obtidas do hemitórax esquerdo e direito, da linha paraesternal até a linha axilar média e do segundo ao quarto espaço intercostal (no hemitórax esquerdo) ou do segundo ao quinto espaço intercostal (no hemitórax direito). Em cada espaço intercostal, é contado o número de SCC na linha paraesternal, linha hemiclavicular, linha axilar anterior e linha axilar média. A soma total dos SCC corresponde a um escore que denota a extensão do líquido extravascular pulmonar.<sup>11</sup>

Em outro estudo, Lichtenstein et al.<sup>27</sup> observaram o uso da USP em pacientes com síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) versus o uso de RX-T e ausculta pulmonar no diagnóstico e controle da evolução da doença, tendo a TC-T como padrão ouro para avaliar a acurácia diagnóstica. Nesse estudo foram analisados prospectivamente 32 pacientes com SARA e 10 voluntários saudáveis. Verificou-se que a USP foi superior aos outros métodos no diagnóstico de derrame pleural, consolidação pulmonar e SAI, além de quantificar a extensão da injúria. A SARA

pode se apresentar com SAI e com outros achados pulmonares, como derrame pleural e consolidação alveolar. Todos esses achados podem ser diagnosticados pela ultrassonografia, que, além disso, é de simples realização em pacientes acamados e em ventilação mecânica, situação na qual se encontram os pacientes com SARA. Esse mesmo autor também defende o uso da USP para controle de focos de infecção nas unidades de terapia intensiva, por ser um método de fácil acesso ao leito.<sup>27</sup>

A procura por derrames pleurais é uma aplicação clássica do ultrassom, e seu uso para diagnóstico de abscesso pulmonar já está bem descrito. A USP teve uma maior acurácia diagnóstica para consolidação pulmonar por pneumonia, avaliada na posição supina (97%), quando comparada ao RX-T anteroposterior (75%).<sup>28</sup> Em outro estudo, foi avaliado o uso da USP para diagnóstico de pneumotórax. Os SCC não são vistos nessa patologia. O RX-T à beira do leito não é totalmente sensível e a TC-T (padrão ouro) é de difícil realização.<sup>26,29</sup> Lichtenstein e Loubières<sup>30</sup> também apoiam o uso da USP para diagnóstico de embolia pulmonar, no entanto ainda faltam estudos sobre o tema.

### **SINAL DA CAUDA DE COMETA NA INSUFICIÊNCIA CARDÍACA AGUDAMENTE DESCOMPENSADA**

Muitos sinais e sintomas da ICAD são causados pelo aumento da pressão de enchimento, razão pela qual o alvo da terapêutica é a diminuição da congestão. Muitos desses pacientes apresentam uma pressão capilar pulmonar maior que 25 mmHg, levando ao extravasamento de líquido para o espaço intersticial e ao desenvolvimento de edema pulmonar.<sup>4,21</sup> Existem dois métodos diagnósticos, além da USP, usados para quantificação do líquido pulmonar extravascular: o RX-T e a técnica da termodiluição via cateter (sistema PICCO - *pulmonary intraarterial continuous cardiac output*).<sup>12</sup> O RX-T evidencia as Linhas B de Kerley, que são linhas horizontais nas bases dos pulmões e com densidades periféricas lineares; quando a pressão capilar pulmonar está acima de 18-20 mmHg (normal <8 mmHg) a quantidade de líquido extravascular é suficiente para causar aparência de “asa de morcego” na região peri-hilar. No entanto, alguns casos de edema com alta pressão capilar pulmonar podem não apresentar sinais radiográficos.

Jambrik et al.<sup>22</sup> avaliaram 121 pacientes internados nos serviços de cardiologia e pneumologia que foram submetidos a RX-T e USP na admissão. Medidas da fração de ejeção, diâmetro diastólico final do ventrículo

esquerdo e pressão capilar pulmonar estimada através do jato tricúspide também foram acessados. Foram evidenciados SCC em 82 pacientes e foram encontrados sinais radiológicos de extravasamento intersticial em 33 casos. Aqueles com SCC apresentaram menores frações de ejeção e maiores pressões capilares pulmonares quando comparados aos sem SCC.

Agricola et al.<sup>13</sup> analisaram 20 pacientes livres de doenças pulmonares que foram submetidos à revascularização miocárdica e no pós operatório imediato realizaram USP, RX-T, cateterização da artéria pulmonar e análise do volume de líquido pulmonar extravascular pelo sistema PICCO. Esse método exige punção arterial através da artéria femoral e cateterização do átrio direito para cálculo do débito cardíaco, a partir do qual se pode obter o volume total intratorácico e o volume sanguíneo intratorácico, sendo que da diferença entre esses dois parâmetros obtém-se o valor de líquido extravascular (normal <150 ml). Os exames foram repetidos 24 horas após o procedimento, e houve correlação linear entre os SCC vistos na USP e o volume de líquido pulmonar extravascular examinado de forma invasiva, assim como com a pressão capilar pulmonar, tornando a USP uma ferramenta atrativa e de fácil uso para o diagnóstico de congestão pulmonar.<sup>13</sup>

A TC-T permite a diferenciação entre o edema intersticial e o edema que envolve o espaço aéreo de forma mais eficaz que o RX-T. Além de demonstrar espessamento do septo interlobular, evidencia áreas com imagem em vidro fosco, produzida por edema alvéolo-intersticial ou consolidações alveolares. Infelizmente, esse método exige transporte ao serviço de radiologia, não podendo ser realizado no leito, além de ter um alto custo, emitir radiação e não ser disponível em todas as unidades de emergência.<sup>18,27</sup>

Volpicelli et al.<sup>9</sup> estudaram prospectivamente 81 pacientes com ICAD, com RX-T, USP, ecocardiograma e BNP realizados na chegada e no dia da alta hospitalar. Os autores evidenciaram uma redução dos SCC linearmente com a melhora do quadro clínico após o tratamento, e sugerem o uso dessa ferramenta para monitorização da melhora da congestão pulmonar.

Frassi et al.<sup>21</sup> avaliaram 340 pacientes internados em clínica cardiológica, com USP e ecocardiograma, e constataram correlação linear entre SCC e diâmetro do átrio esquerdo, diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo e pressão capilar pulmonar. Houve uma relação inversa entre número de SCC e fração de ejeção. Foram preditores independentes de SCC a classe funcional NYHA (*New York Heart Association*) na admissão, a fração de ejeção e a disfunção diastólica. Considerando tais achados, o SCC pode ser um determinante tanto de morbidade

quanto de mortalidade na ICAD. Essa mesma equipe de pesquisadores analisou o valor prognóstico dos SCC no diagnóstico de líquido pulmonar extravascular, através de um estudo prospectivo com 290 pacientes que foram acompanhados por 16 meses. Os pacientes com menor número de SCC obtiveram maior sobrevida livre de eventos.<sup>17</sup>

## ULTRASSONOGRRAFIA PULMONAR COMO FERRAMENTA PARA DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Dispnéia e dor torácica são sintomas comuns em pacientes com admissão no setor de emergência, existindo uma ampla possibilidade de diagnósticos diferenciais para esse quadro. A investigação por USP através da identificação de SCC é um importante instrumento para guiar a terapêutica desses pacientes.<sup>19</sup>

O tromboembolismo pulmonar é uma doença subestimada e subdiagnosticada com frequência, considerando o seu quadro inespecífico, que dificulta a suspeição diagnóstica. Dessa forma, é uma condição na qual o diagnóstico definitivo é feito antes do óbito em menos de um terço dos casos.<sup>30,31</sup> Muitas vezes, a USP é absolutamente normal. Se a suspeita for importante, pode-se complementar o exame ultrassonográfico com a visualização das veias profundas dos membros inferiores (um trombo detectado no interior do vaso ou a não compressibilidade do mesmo) e com a ecocardiografia (dilatação anômala do ventrículo direito com movimento paradoxal do septo interventricular).<sup>16</sup>

Pacientes com exacerbação da DPOC constituem outro grupo de enfermos em que a confirmação diagnóstica é dificultada. Lichtenstei et al.<sup>11,16</sup> demonstraram, em estudo prospectivo com 66 pacientes com dispnéia admitidos em unidade de terapia intensiva (40 com congestão pulmonar e 26 com DPOC) e 80 pacientes sem alterações respiratórias, que a superfície pulmonar é normal na DPOC e patológica em casos de edema pulmonar. Foi descrita a presença de SCC em 100% dos casos de congestão pulmonar e o mesmo foi ausente em 92% dos casos de DPOC e em 98,7% dos controles. Esses achados são explicados pelo fato de que o compartimento intersticial alcança a superfície pulmonar, enquanto o compartimento brônquico não alcança.

Pneumotórax é uma condição frequente em pacientes com doenças crônicas e agudas, geralmente atendidos nos setores de emergência ou de terapia intensiva. O RX-T é o método mais tradicionalmente utilizado para seu diagnóstico, entretanto, ocorrem erros diagnósticos em cerca de 30-40% dos casos,

levando a consequências dramáticas, que poderiam ser evitadas. A característica da USP no pneumotórax consiste em abolição dos movimentos pleurais (ausência de *lung sliding*). A presença de Linhas B exclui o diagnóstico, pois essas linhas são artefatos decorrentes da visualização do parênquima pulmonar, o que não pode ocorrer quando há ar interposto.<sup>26</sup>

## CONCLUSÕES

A ICAD é uma síndrome frequente, cuja incidência aumenta a cada ano. Em função dos avanços na terapêutica, a sobrevida desses pacientes amplia-se, ao mesmo tempo em que o número de descompensações e reinternações aumenta, tornando a ICAD uma das condições mais frequentes nas salas de emergência.

A alta comorbidade dos pacientes com ICAD torna, na maioria das vezes, o diagnóstico definitivo um desafio para o emergencista. Sabe-se que o RX-T anteroposterior realizado no leito é tecnicamente inferior ao RX-T padrão, e que nos pacientes com dispnéia a realização da TC-T fica comprometida, além de acarretar necessidade de transporte aos centros de diagnóstico.

O uso da USP, por sua facilidade de transporte, manutenção e realização, alcançou viabilidade de 100% em todos os estudos realizados sobre o tema. Bedetti et al.<sup>11</sup> compararam a USP realizada por ecocardiografistas experientes versus iniciantes e verificaram forte correlação entre os resultados. Isso mostra que a USP é um método que pode ser amplamente difundido para realização à beira do leito. É um método barato, não invasivo e não utiliza radioatividade, o que representa um benefício adicional para pacientes que são frequentemente submetidos a procedimentos diagnósticos que utilizam radiação.

Vários estudos já comprovaram o valor da USP para diagnóstico e prognóstico na ICAD, sendo seu uso nas salas de emergência factível e de baixo custo. Portanto, é um recurso que pode ser padronizado para utilização tanto em salas de emergência quanto em unidades de terapia intensiva, auxiliando consideravelmente na elucidação diagnóstica dessa grave e prevalente síndrome.

## REFERÊNCIAS

1. Nieminen MS, Böhm M, Cowie MR, et al. Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure. the Task Force on Acute Heart Failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2005;26:384-416.
2. Nieminen MS, Harjola VP. Definition and epidemiology of acute heart failure syndromes. *Am J Cardiol*. 2005; 96(6A):5G-10G.

3. Fonarow GC. Overview of acutely decompensated congestive heart failure (ADHF): a report from the ADHERE Registry. *Heart Fail Rev.* 2004;9:179-85.
4. Buccelletti F, Hermann L. Acute decompensated heart failure: formulating an evidence-based approach to diagnosis and treatment (Part II). *Mt Sinai J Med.* 2006;73:516-27.
5. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *Eur Heart J.* 2008;29:2388-442.
6. Allen LA, O'Connor CM. Management of acute decompensated heart failure. *CMAJ.* 2007;176:797-805.
7. Bocchi EA, Braga FGM, Ferreira SMA, et al. III Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica. *Arq Bras Cardiol* 2009;93(1 supl.1):1-71.
8. Rossi Neto JM. A aimensão do problema da insuficiência cardíaca do Brasil e do mundo. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo.* 2004;14:1-10.
9. Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, et al. Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med.* 2008;26:585-91.
10. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound [Internet].* 2008 Apr 29 [citado 2010 abr 29]; 6(16):[10 p.]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2386861/pdf/1476-7120-6-16.pdf>
11. Lichtenstein D, Mezière G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med.* 1998; 24:1331-4.
12. Picano E, Frassi F, Agricola E, et al. Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:356-63.
13. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, et al. "Ultrasound Comet-Tail Images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest.* 2005;127:1690-5.
14. Jessup M, Abraham WT, Casey DE, et al. 2009 focused update: ACCF/AHA Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the International Society for Heart and Lung Transplantation. *Circulation.* 2009;119:1977-2016.
15. Logeart D, Saudubray C, Beyne P, et al. Comparative value of Doppler echocardiography and B-type natriuretic peptide assay in the etiologic diagnosis of acute dyspnea. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40:1794-800.
16. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE Protocol. *Chest.* 2008;134:117-25.
17. Frassi F, Gargani L, Tesorio P, et al. Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain. *J Card Fail.* 2007;13:830-5.
18. Soldati G, Gargani L, Silva FR. Acute heart failure: new diagnostic perspectives for the emergency physician. *Intern Emerg Med.* 2008;3:37-41.
19. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med.* 2008;24:689-96.
20. Bedetti G, Gargani L, Corbisiero A, et al. Evaluation of ultrasound lung comets by hand-held echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound [Internet].* 2006 Aug 31. [citado 2010 abr 29]; 4(34):[5 p.]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1569440/pdf/1476-7120-4-34.pdf>
21. Frassi F, Gargani L, Gligorova S, et al. Clinical and echocardiographic determinants of ultrasound lung comets. *Eur J Echocardiogr.* 2007;8:474-9.
22. Jambrik Z, Monti S, Agricola E, et al. Extravascular lung water. *Am J Cardiol.* 2004; 93:1265-70.
23. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. Tratado de ultra-sonografia diagnóstica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Mosby Elsevier; 2006.
24. Rémy J. Tomodensitométrie du thorax. Paris: Vigot; 1987.
25. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med.* 2005;33:1231-8.
26. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:1640-6.
27. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004;100:9-15.
28. Lichtenstein DA. Point-of-care ultrasound: Infection control in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 2007;35:262-7.
29. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact; an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med.* 1999;25:383-8.
30. Lichtenstein DA, Loubières Y. Lung sonography in pulmonary embolism. *Chest.* 2003; 123:2154-5.
31. Reissig A, Heyne JP, Kroegel C. Sonography of lung and pleura in pulmonary embolism. *Chest.* 2001;120:1977-83.