

## A ultrassonografia pode reduzir o risco de pneumotórax após toracocentese?\*

Can ultrasound guidance reduce the risk of pneumothorax following thoracentesis?

Alessandro Perazzo, Piergiorgio Gatto, Cornelius Barlascini,  
Maura Ferrari-Bravo, Antonello Nicolini

### Resumo

**Objetivo:** Dentre os procedimentos realizados à beira do leito, a toracocentese é um dos mais comumente associados a complicações iatrogênicas, particularmente pneumotórax. Foram recentemente identificados vários fatores de risco de complicações associadas à toracocentese: a inexperiência do operador, a inadequação ou inexperiência da equipe de apoio, a ausência de um protocolo padronizado e a ausência de ultrassonografia para guiar o procedimento. Nosso objetivo foi determinar se a toracocentese guiada por ultrassonografia pode reduzir o risco de pneumotórax e melhorar os desfechos (menos procedimentos sem remoção de líquido e maior volume de líquido removido durante os procedimentos). Para compararmos a toracocentese guiada por ultrassonografia à toracocentese sem ultrassonografia, todos os procedimentos foram realizados pela mesma equipe de pneumologistas especialistas, os quais usaram o mesmo protocolo padronizado em ambas as condições.

**Métodos:** Cento e sessenta pacientes foram aleatoriamente divididos em dois grupos: toracocentese guiada por ultrassonografia e toracocentese sem ultrassonografia (n = 80 por grupo). O desfecho primário foi pneumotórax após a toracocentese. Os desfechos secundários foram o número de procedimentos sem remoção de líquido e o volume de líquido drenado durante o procedimento. **Resultados:** Houve pneumotórax em 1 dos 80 pacientes submetidos a toracocentese guiada por ultrassonografia e em 10 dos 80 submetidos a toracocentese sem ultrassonografia; a diferença foi estatisticamente significativa (p = 0,009). Líquido foi removido em 79 dos 80 procedimentos guiados por ultrassonografia e em 72 dos 80 que não o foram. A média do volume de líquido drenado foi maior nos procedimentos guiados por ultrassonografia do que naqueles que não o foram (960 ± 500 mL vs. 770 ± 480 mL); a diferença foi estatisticamente significativa (p = 0,03). **Conclusões:** A ultrassonografia aumenta o rendimento da toracocentese e reduz o risco de pneumotórax após o procedimento.

(Chinese Clinical Trial Registry identifier: ChiCTR-TRC-12002174 [http://www.chictr.org/en/])

**Descritores:** Pneumotórax; Ultrassonografia; Procedimentos cirúrgicos torácicos.

### Abstract

**Objective:** Thoracentesis is one of the bedside procedures most commonly associated with iatrogenic complications, particularly pneumothorax. Various risk factors for complications associated with thoracentesis have recently been identified, including an inexperienced operator; an inadequate or inexperienced support team; the lack of a standardized protocol; and the lack of ultrasound guidance. We sought to determine whether ultrasound-guided thoracentesis can reduce the risk of pneumothorax and improve outcomes (fewer procedures without fluid removal and greater volumes of fluid removed during the procedures). In our comparison of thoracentesis with and without ultrasound guidance, all procedures were performed by a team of expert pulmonologists, using the same standardized protocol in both conditions. **Methods:** A total of 160 participants were randomly allocated to undergo thoracentesis with or without ultrasound guidance (n = 80 per group). The primary outcome was pneumothorax following thoracentesis. Secondary outcomes included the number of procedures without fluid removal and the volume of fluid drained during the procedure. **Results:** Pneumothorax occurred in 1 of the 80 patients who underwent ultrasound-guided thoracentesis and in 10 of the 80 patients who underwent thoracentesis without ultrasound guidance, the difference being statistically significant (p = 0.009). Fluid was removed in 79 of the 80 procedures performed with ultrasound guidance and in 72 of the 80 procedures performed without it. The mean volume of fluid drained was larger during the former than during the latter (960 ± 500 mL vs. 770 ± 480 mL), the difference being statistically significant (p = 0.03). **Conclusions:** Ultrasound guidance increases the yield of thoracentesis and reduces the risk of post-procedure pneumothorax.

(Chinese Clinical Trial Registry identifier: ChiCTR-TRC-12002174 [http://www.chictr.org/en/])

**Keywords:** Pneumothorax; Ultrasonography; Thoracic surgical procedures.

\*Trabalho realizado no Departamento de Doenças Respiratórias, Hospital Geral de Sestri Levante, Sestri Levante, Itália.

Endereço para correspondência: Dr. Nicolini Antonello. Via Terzi, 43, 16039, Sestri Levante, Itália.

Tel. 39 0185 329145. Fax: 39 0185 329935. Celular: 39 3495 952294. E-mail: antonello.nicolini@fastwebnet.it

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 25/4/2013. Aprovado, após revisão, em 14/10/2013.

## Introdução

Nos Estados Unidos, o derrame pleural é diagnosticado em aproximadamente 1,5 milhões de pacientes por ano; portanto, a toracocentese terapêutica é um procedimento médico comum.<sup>(1)</sup> Além disso, dentre os procedimentos realizados à beira do leito, a toracocentese é um dos mais comumente associados a complicações iatrogênicas, particularmente pneumotórax.<sup>(2)</sup> Uma revisão sistemática e meta-análise de 24 estudos, incluindo um total de 6.605 toracocenteses, mostrou uma incidência global de pneumotórax de 6,0%; houve necessidade de inserção de dreno torácico em um terço dos casos de pneumotórax.<sup>(2)</sup>

Estabeleceu-se uma associação direta entre a segurança da toracocentese e as habilidades técnicas do operador.<sup>(2)</sup> Nos últimos anos, demonstrou-se que variáveis relacionadas ao sistema e ao procedimento, tais como a ausência de ultrassonografia em tempo real, a inexperiência do operador, a drenagem de grandes volumes de líquido e a repetição da toracocentese, aumentam a probabilidade de complicações.<sup>(2-4)</sup> O protocolo ideal de toracocentese deveria incluir as melhores técnicas disponíveis (a fim de minimizar erros de procedimento e complicações) e um sistema que melhorasse as habilidades técnicas do operador.<sup>(1,5)</sup> Vários fatores de risco de complicações associadas à toracocentese (particularmente pneumotórax) foram descritos em um estudo recente<sup>(5)</sup> e são apresentados no Quadro 1. Esses fatores de risco incluem um operador inexperiente ou mal

treinado, uma equipe de apoio inadequada ou inexperiente, sistemas não padronizados e a ausência de orientação ultrassonográfica.<sup>(2,5)</sup> Diante dessas considerações, procuramos determinar se a ultrassonografia reduz o risco de pneumotórax após a toracocentese.

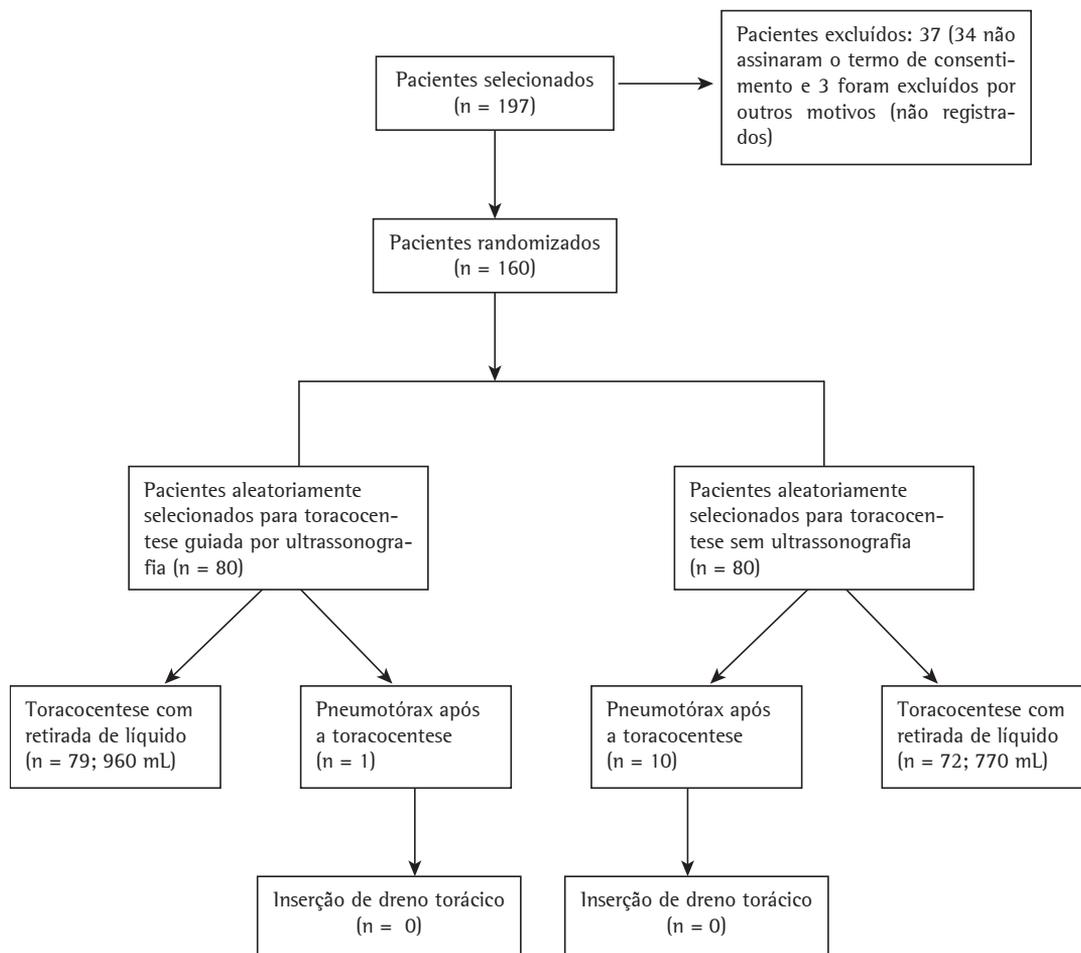
O objetivo primário (ou desfecho primário) do presente estudo foi determinar se a incidência de pneumotórax após a toracocentese guiada por ultrassonografia e realizada por uma equipe de pneumologistas especialistas (com 20 anos de experiência, treinamento médico específico para o procedimento, mais de 500 toracocenteses realizadas e treinamento em ultrassonografia de tórax),<sup>(6)</sup> com protocolo e equipamento padronizados, seria diferente da incidência de pneumotórax após a toracocentese realizada pela mesma equipe, com o mesmo protocolo e o mesmo equipamento, porém sem a ultrassonografia para guiar o procedimento. Os desfechos secundários incluíram o número de procedimentos sem retirada de líquido, o volume de líquido retirado durante cada procedimento e a necessidade de colocação de dreno torácico.

## Métodos

Trata-se de um estudo prospectivo randomizado, realizado entre maio de 2012 e outubro de 2012, envolvendo pacientes internados e ambulatoriais consecutivos, com derrame pleural, tratados no Departamento de Doenças Respiratórias (unidade de monitoração respiratória, enfermaria respiratória ou hospital-dia) do Hospital Geral de Sestri Levante, no município de Sestri Levante, Itália. Os critérios de inclusão foram os seguintes: apresentar derrame pleural que fosse visível na radiografia de tórax e necessitasse de punção pleural (toracocentese diagnóstica ou terapêutica) com base em critérios previamente publicados<sup>(7)</sup>; e estar na faixa etária de 18-85 anos. Foram selecionados 197 pacientes com derrame pleural de diversas causas, tais como neoplasias, insuficiência cardíaca crônica, doenças reumáticas, pneumonia e tuberculose. Dos 197 pacientes selecionados, 34 recusaram-se a participar e 3 foram excluídos por outros motivos (não registrados). Portanto, 160 pacientes foram aleatoriamente divididos em dois grupos: toracocentese guiada por ultrassonografia e toracocentese sem ultrassonografia (grupo controle). A Figura 1 mostra um fluxograma do estudo.

**Quadro 1** – Fatores de risco de complicações associadas à toracocentese.

Fatores relacionados ao paciente	
	Derrame pequeno (< 250 mL)
	Derrame multiloculado
	Obesidade
	Posição do paciente (posição supina)
	Ventilação mecânica
Fatores relacionados ao procedimento	
	Operador inexperiente ou mal treinado
	Ausência de orientação ultrassonográfica
	Drenagem de grandes volumes (> 1,500 mL) de líquido
Fatores relacionados ao sistema	
	Equipe de apoio inadequada ou inexperiente
	Sistema não padronizado
	Ausência de padrões de qualidade
	Ausência de revisão rotineira dos desfechos dos procedimentos específicos dos médicos



**Figura 1** - Fluxograma do estudo.

Um estatístico que não se envolveu no presente estudo elaborou um plano de randomização por meio de um gerador computadorizado de números aleatórios. Cada um dos médicos responsáveis pelo recrutamento recebeu o plano de randomização em um envelope lacrado. Os pacientes foram submetidos à toracocentese com ou sem orientação ultrassonográfica com base no plano de randomização. A ultrassonografia não foi usada para orientação em tempo real, mas sim imediatamente antes do procedimento, para identificar o local apropriado. A toracocentese foi realizada imediatamente após o local ter sido marcado. Empregamos um aparelho de ultrassom portátil (LOGIQ P5; GE Healthcare, Chalfont, Reino Unido) com uma sonda convexa (3,5-5,0 MHz).

A toracocentese foi realizada por um dos três pneumologistas de nosso grupo, com o paciente na posição sentada, conforme um protocolo

local, baseado na *British Thoracic Society Pleural Disease Guideline*, de 2010.<sup>(5)</sup> Além disso, usamos um kit de toracocentese (Chimed s.r.l., Livorno, Itália) composto por uma torneira de três vias, uma seringa grande (60 mL), uma bolsa coletora de 2.000 mL (sem vácuo) e uma agulha de 18 G e 50 mm. O líquido foi drenado por meio de drenagem passiva ou de drenagem ativa com a seringa de 60 mL ligada à torneira de três vias.

A retirada de líquido era interrompida caso houvesse dor torácica, tosse excessiva, um evento vasovagal, falta de ar ou sucção de ar. A drenagem era interrompida após a retirada de 1,5 L de líquido pleural. Dentro de 60 minutos após o procedimento, eram realizadas radiografias de tórax em incidência posteroanterior e em decúbito lateral. Determinou-se a ocorrência de pneumotórax com base nas diretrizes da *British Thoracic Society*.<sup>(8)</sup> Os investigadores envolvidos na análise dos dados

não estavam cientes das complicações. O desfecho primário do presente estudo foi a incidência de pneumotórax após a toracocentese. Desfechos secundários incluíram a necessidade de drenagem torácica e o volume de líquido drenado. O estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinki e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da *Azienda Sanitaria Locale* nº 4 Chiavarese, em Ligúria, na Itália. Todos os pacientes que participaram do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Os principais objetivos do presente estudo foram comparar a incidência de pneumotórax após a toracocentese guiada por ultrassonografia à incidência de pneumotórax após a toracocentese realizada sem ultrassonografia e determinar o valor diagnóstico (isto é, o número de procedimentos nos quais se retirou líquido e o volume de líquido retirado) da toracocentese guiada por ultrassonografia. Usamos regressão logística para as variáveis categóricas (incidência de pneumotórax e desfechos secundários da toracocentese) e análise de covariância para as variáveis contínuas. Todos os dados foram analisados com o programa R, versão 2.13.2 (*The R Foundation for Statistical Computing*, Viena, Áustria). Valores de  $p \leq 0,05$  foram considerados estatisticamente significantes.

## Resultados

Todos os 160 pacientes avaliados (122 homens e 38 mulheres) completaram o estudo. Todos os pacientes estavam na faixa etária de 32-84 anos (média de idade:  $67,8 \pm 14,9$  anos).

As causas de derrame pleural foram as seguintes: mesotelioma pleural, em 11 pacientes; neoplasia pleural metastática, em 90 pacientes; doença reumática, em 6 pacientes; insuficiência cardíaca crônica, em 23 pacientes; pneumonia, em 20 pacientes e tuberculose, em 10 pacientes (Tabela 1). Foram realizadas 80 toracocenteses

sem ultrassonografia. Desses 80 procedimentos, 8 foram suspensos por causa de complicações: dor torácica (em 4); sucção de ar (em 3) e tosse excessiva com dispneia (em 1). Das 80 toracocenteses guiadas por ultrassonografia, apenas 1 foi suspensa (por causa de dor torácica e falta de ar).

Houve pneumotórax em 1 dos 80 pacientes submetidos à toracocentese guiada por ultrassonografia e em 10 dos 80 submetidos à toracocentese sem ultrassonografia; a diferença foi estatisticamente significativa ( $p = 0,009$ ). Nenhum dos 11 casos de pneumotórax necessitou de colocação de dreno torácico.

Como se pode ver na Tabela 2, 79 dos 80 procedimentos guiados por ultrassonografia foram bem sucedidos, assim como o foram 72 dos 80 procedimentos realizados sem orientação ultrassonográfica. Como se pode ver na Figura 2, a média do volume de líquido drenado foi maior nos procedimentos guiados por ultrassonografia do que naqueles que não o foram ( $960 \pm 500$  mL vs.  $770 \pm 480$  mL); a diferença foi estatisticamente significativa ( $p = 0,03$ ).

Em 8 dos pacientes do grupo controle, não houve retirada de líquido durante o procedimento. Desses 8 pacientes, 4 foram submetidos a toracocentese guiada por ultrassonografia, em que se logrou êxito em retirar líquido pleural ( $240 \pm 30$  mL).

A probabilidade de sucesso (ou seja, retirada de líquido) foi aproximadamente nove vezes maior nos pacientes submetidos à toracocentese guiada por ultrassonografia do que naqueles submetidos à toracocentese sem orientação ultrassonográfica (OR = 8,8). Além disso, o risco de pneumotórax foi 90% mais baixo naqueles do que nestes (OR = 0,09). Os dados dos pacientes e os resultados são apresentados na Tabela 2.

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi determinar se a incidência de pneumotórax após a toracocentese diminui quando a maioria dos fatores de risco (uso de ventilação mecânica, uma equipe inexperiente e um operador inexperiente) está ausente e o procedimento é guiado por ultrassonografia. Nós demonstramos que a toracocentese guiada por ultrassonografia é um procedimento muito seguro, associado a uma incidência muito baixa (1,25%) de pneumotórax em nossa amostra (1 caso dentre os 80 pacientes submetidos à

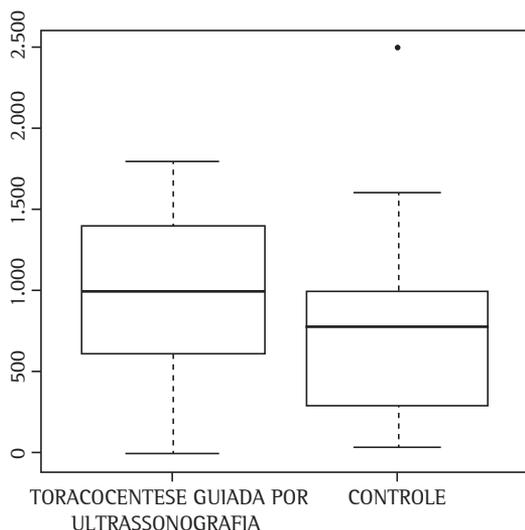
**Tabela 1** – Causas de derrame pleural nos 160 pacientes estudados.

Causa	Paciente	
	n	%
Mesotelioma pleural	11	6,87
Neoplasia pleural metastática	90	56,25
Doenças reumáticas	6	3,75
Insuficiência cardíaca crônica	23	14,37
Pneumonia	20	12,50
Tuberculose	10	6,25

**Tabela 2** – Dados dos pacientes e resultados (incluindo estatísticas) nos pacientes submetidos a toracocentese guiada por ultrassonografia e naqueles submetidos a toracocentese sem ultrassonografia (grupo controle).

Variável	Toracocentese guiada por ultrassonografia	Controle	Estatística
Toracocentese	80	80	
Bem-sucedida (retirada de líquido)	79/80	72/80	$p > 0,03$ (OR = 8,8*)
Malsucedida (sem retirada de líquido)	1/80	8/80	$p > 0,03^*$
Pneumotórax	1/80	10/80	$p > 0,009$ (OR = 0,09*)
Incidência de pneumotórax	1,25%	12,5%	
Média do volume de líquido drenado	960 mL	770 mL	$p > 0,014^{**}$

\*Regressão logística. \*\*Análise de covariância



**Figura 2** – Média do volume de líquido pleural retirado durante a toracocentese nos pacientes submetidos ao procedimento guiado por ultrassonografia e naqueles submetidos ao procedimento realizado sem orientação ultrassonográfica (grupo controle). A diferença entre os dois grupos foi estatisticamente significativa ( $p = 0,014$ ).

toracocentese guiada por ultrassonografia). De fato, a ultrassonografia reduziu o risco de pneumotórax em 90% (OR = 0,09; IC95%: 0,005-0,5;  $p = 0,009$ ). Embora não tenha havido diferença entre os dois grupos no tocante à necessidade de drenagem torácica, a quantidade de líquido drenado foi significativamente maior no grupo de pacientes submetidos à toracocentese guiada por ultrassonografia do que no grupo controle ( $p = 0,0014$ ).

A força do presente estudo reside no fato de que foi realizado por pneumologistas qualificados, os quais usaram procedimentos cuidadosamente padronizados para avaliar de maneira imparcial o benefício da orientação ultrassonográfica. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo

com tais características. Estamos cientes das limitações de nosso estudo, tais como o fato de não termos incluído pacientes que recebiam ventilação mecânica e o fato de não termos usado a ultrassonografia em tempo real (a ultrassonografia foi usada antes da toracocentese, apenas para marcar o local). A orientação ultrassonográfica em tempo real permite que os clínicos visualizem a agulha e estruturas adjacentes importantes e, portanto, evitem perfurações acidentais, além de permitir maior redução do risco de pneumotórax após a toracocentese. No obstante, seu uso rotineiro à beira do leito permanece baixo, embora seja o padrão de tratamento para localizar com segurança, caracterizar e drenar o líquido pleural. O ultrassom apresenta grande sensibilidade no tocante à detecção de derrames pleurais, mesmo quando a radiografia de tórax é normal. É possível que a radiografia de tórax não detecte até 500 mL de derrame pleural em casos de derrame pleural interlobar e loculado. A ultrassonografia de pulmão detecta apenas 20 mL de líquido pleural, ao passo que a radiografia de tórax em incidência posteroanterior na posição vertical não é capaz de detectar a obliteração do ângulo costofrênico a menos que haja no mínimo 100 mL de líquido.<sup>(6,9)</sup> A toracocentese guiada por ultrassonografia já foi associada a menores custos hospitalares totais e menor incidência de pneumotórax e hemorragia.<sup>(9)</sup> A incidência global de pneumotórax varia de 4,0% a 30,3%,<sup>(10,11)</sup> e 1,7% de todos os indivíduos submetidos a toracocentese necessitam de dreno torácico para a evacuação de pneumotórax sintomático; portanto, a inserção de dreno torácico é necessária em 20-50% de todos os casos de pneumotórax após toracocentese.<sup>(2,11)</sup> A incidência de pneumotórax é significativamente menor em estudos publicados após 2000 do que em estudos anteriores (4,6% vs. 8,7%).<sup>(11,12)</sup>

Há quatro motivos pelos quais ocorre pneumotórax em pacientes submetidos a toracocentese. Primeiro, o ar pode fluir da atmosfera para o espaço pleural, como ocorre quando a pressão negativa no espaço pleural comunica-se livremente com a atmosfera. Isso ocorre mais comumente quando a seringa é retirada de uma agulha ou cateter, particularmente quando o indivíduo que realiza o procedimento é inexperiente.<sup>(10)</sup> Segundo, a agulha de toracocentese pode dilacerar o pulmão e permitir que o ar vindo dos alvéolos entre no espaço pleural.<sup>(10,11)</sup> Terceiro, a diminuição da pressão pleural pode levar a uma ruptura da pleura visceral.<sup>(10,11)</sup> Quarto, ocorre encarceramento pulmonar em consequência de fistula pleuropulmonar transitória.<sup>(10,11)</sup> Foram identificados múltiplos fatores de risco de pneumotórax após toracocentese, tais como o tipo de agulha usada,<sup>(11,13-15)</sup> a inexperiência do operador,<sup>(16,17)</sup> a presença de enfisema,<sup>(11,18)</sup> toracocentese prévia,<sup>(19)</sup> ventilação mecânica<sup>(20,21)</sup> e até mesmo a ausência de orientação ultrassonográfica.<sup>(10,22)</sup> O treinamento de ultrassonografistas de tórax é voltado à prática de tarefas específicas e seu objetivo é desenvolver as habilidades de identificar líquido pleural e órgãos circunjacentes e propiciar visualização desobstruída do líquido pleural. Essas habilidades simples e bem definidas podem ser prontamente adquiridas por pneumologistas e podem evitar outras complicações durante a maioria das toracocenteses.<sup>(23,24)</sup> Além disso, a toracocentese guiada por ultrassonografia é um procedimento que a maioria dos pneumologistas pode realizar após um treinamento de curta duração.<sup>(23-25)</sup> Acreditamos que observar rigorosamente os critérios ultrassonográficos e evitar mover o paciente entre a ultrassonografia e a retirada do líquido sejam os principais fatores responsáveis pela baixa incidência de pneumotórax após a toracocentese e pelo maior volume de líquido retirado durante o procedimento.<sup>(12,22-24)</sup>

Em suma, a ultrassonografia pode aumentar a segurança do paciente e a quantidade de líquido retirado durante a toracocentese. A ultrassonografia é uma técnica que se aprende facilmente e que não só melhora a qualidade do exame físico, mas também tem a clara vantagem de ser um método de imagem com equipamento portátil para a avaliação do espaço pleural. A ultrassonografia é atualmente usada em um número limitado de toracocenteses, e o presente estudo fornece

evidências a favor do uso mais amplo dessa técnica.<sup>(25)</sup>

## Agradecimentos

Agradecemos à equipe de enfermagem do Departamento de Pneumologia do Hospital Geral de Sestri Levante o cuidado excepcional com os pacientes avaliados durante o período de estudo.

## Referências

1. Light RW. Clinical practice. Pleural effusion. *N Engl J Med.* 2002;346(25):1971-7. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMcp010731> PMID:12075059
2. Daniels CE, Ryu JH. Improving the safety of thoracentesis. *Curr Opin Pulm Med.* 2011;17(4):232-6. <http://dx.doi.org/10.1097/MCP.0b013e328345160b> PMID:21346571
3. Gordon CE, Feller-Kopman D, Balk EM, Smetana GW. Pneumothorax following thoracentesis: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2010;170(4):332-9. <http://dx.doi.org/10.1001/archinternmed.2009.548> PMID:20177035
4. Duncan DR, Morgenthaler TI, Ryu JH, Daniels CE. Reducing iatrogenic risk in thoracentesis: establishing best practice via experiential training in a zero-risk environment. *Chest.* 2009;135(5):1315-20. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.08-1227> PMID:19017865
5. Havelock T, Teoh R, Laws D, Gleeson F; BTS Pleural Disease Guideline Group. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax.* 2010;65 Suppl 2:ii61-76. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2010.137026> PMID:20696688
6. Rahman NM, Singanayagam A, Davies HE, Wrightson JM, Mishra EK, Lee YC, et al. Diagnostic accuracy, safety and utilisation of respiratory physician-delivered thoracic ultrasound. *Thorax.* 2010;65(5):449-53. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2009.128496> PMID:20435870
7. Villena Garrido V, Ferrer Sancho J, Hernández Blasco L, de Pablo Gafas A, Pérez Rodríguez E, Rodríguez Panadero F, et al. Diagnosis and treatment of pleural effusion [Article in Spanish]. *Arch Bronconeumol.* 2006;42(7):349-72. <http://dx.doi.org/10.1157/13090586> PMID:16945266
8. MacDuff A, Arnold A, Harvey J; BTS Pleural Disease Guideline Group. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax.* 2010;65 Suppl 2:ii18-31. <http://dx.doi.org/10.1136/thx.2010.136986> PMID:20696690
9. Turner JP, Dankoff J. Thoracic ultrasound. *Emerg Med Clin North Am.* 2012;30(2):451-73, ix. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2011.12.003> PMID:22487114
10. Patel PA, Ernst FR, Gunnarsson CL. Ultrasonography guidance reduces complications and costs associated with thoracentesis procedures. *J Clin Ultrasound.* 2012;40(3):135-41. <http://dx.doi.org/10.1002/jcu.20884> PMID:21994047
11. Jones PW, Moyers JP, Rogers JT, Rodriguez RM, Lee YC, Light RW. Ultrasound-guided thoracentesis: is it a safer method? *Chest.* 2003;123(2):418-23. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.123.2.418> PMID:12576360
12. Gordon CE, Feller-Kopman D, Balk EM, Smetana GW. Pneumothorax following thoracentesis: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2010;170(4):332-9.

- <http://dx.doi.org/10.1001/archinternmed.2009.548> PMID:20177035
13. Gervais DA, Petersein A, Lee MJ, Hahn PF, Saini S, Mueller PR. US-guided thoracentesis: requirement for postprocedure chest radiography in patients who receive mechanical ventilation versus patients who breathe spontaneously. *Radiology*. 1997;204(2):503-6. PMID:9240544
  14. Jenkins DW Jr, McKinney MK, Szpak MW, Booker JL Jr. Veres needle in the pleural space. *South Med J*. 1983;76(11):1383-5. <http://dx.doi.org/10.1097/00007611-198311000-00014>
  15. Khorasani A, Appavu SK, Nader AM, Saatee S. Tuohy needle and loss of resistance technique: a safer approach for thoracentesis. *Anesthesiology*. 1999;90(1):339-40. <http://dx.doi.org/10.1097/00000542-199901000-00072> PMID:9915362
  16. Collins TR, Sahn SA. Thoracocentesis. Clinical value, complications, technical problems, and patient experience. *Chest*. 1987;91(6):817-22. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.91.6.817>
  17. Bartter T, Mayo PD, Pratter MR, Santarelli RJ, Leeds WM, Akers SM. Lower risk and higher yield for thoracentesis when performed by experienced operators. *Chest*. 1993;103(6):1873-6. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.103.6.1873> PMID:8404116
  18. Brandstetter RD, Karetzky M, Rastogi R, Lolis JD. Pneumothorax after thoracentesis in chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung*. 1994;23(1):67-70. PMID:8150647
  19. Colt HG, Brewer N, Barbur E. Evaluation of patient-related and procedure-related factors contributing to pneumothorax following thoracentesis. *Chest*. 1999;116(1):134-8. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.116.1.134> PMID:10424516
  20. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*. 1999;25(9):955-8. <http://dx.doi.org/10.1007/s001340050988> PMID:10501751
  21. Mayo PH, Goltz HR, Tafreshi M, Doelken P. Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*. 2004;125(3):1059-62. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.125.3.1059> PMID:15006969
  22. Petersen WG, Zimmerman R. Limited utility of chest radiograph after thoracentesis. *Chest*. 2000;117(4):1038-42. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.117.4.1038>
  23. Tsang TS, Enriquez-Sarano M, Freeman WK, Barnes ME, Sinak LJ, Gersh BJ, et al. Consecutive 1127 therapeutic echocardiographically guided pericardiocenteses: clinical profile, practice patterns, and outcomes spanning 21 years. *Mayo Clin Proc*. 2002;77(5):429-36. PMID:12004992
  24. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Sher S, Valente S, Corbo GM. Ultrasound-guided pleural puncture in supine or recumbent lateral position - feasibility study. *Multidiscip Respir Med*. 2013;8(1):18. <http://dx.doi.org/10.1186/2049-6958-8-18> PMID:23497643 PMCid:PMC3605139
  25. Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest*. 2013;143(2):532-8. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.12-0447> PMID:23381318

## ***Sobre os autores***

---

### ***Alessandro Perazzo***

Médico. Departamento de Doenças Respiratórias, Hospital Geral de Sestri Levante, Sestri Levante, Itália.

### ***Piergiorgio Gatto***

Médico. Departamento de Doenças Respiratórias, Hospital Geral de Sestri Levante, Sestri Levante, Itália.

### ***Cornélius Barlascini***

Médico. Departamento de Medicina Forense, ASL4, Chiavarese, Itália.

### ***Maura Ferrari-Bravo***

Médica. Departamento de Saúde Pública, ASL4, Chiavarese, Itália.

### ***Antonello Nicolini***

Médico. Departamento de Doenças Respiratórias, Hospital Geral de Sestri Levante, Sestri Levante, Itália.