

## **Destacados en POCUS: Ultrasonido Pulmonar.**

Publicado: Febrero 7, 2022

Escrito por: William C. Manson, MD, and Rosie M. Hogg, MB, ChB, FRCA, MD

Traducido por: David José Puerta Martínez, MD.

Revisado por: Andrea Gómez Morad, MD.

Para citar este artículo: Manson W, Hogg R. How I do it: lung ultrasound. ASRA Pain Medicine News 2022;47. <https://doi.org/10.52211/asra020122.005>.

El ultrasonido pulmonar (LUS) es una poderosa herramienta de diagnóstico para pacientes con disnea, hipotensión, dificultad para ventilar u otros signos vitales anormales. Se puede realizar junto a la cama del paciente, es repetible y proporciona al médico información inmediata. Adicionalmente, LUS se puede combinar con ultrasonido cardíaco enfocado para mejorar la capacidad de un médico de diagnosticar y tratar rápidamente a pacientes en condiciones críticas. Los anestesiólogos que realizan anestesia regional o manejo del dolor guiado por ultrasonido ya están familiarizados con el equipo de ultrasonido, lo que facilita la adquisición de habilidades de examen de ultrasonido en el punto de atención (POCUS).

Conceptualmente, el LUS debe considerarse como cuatro exámenes diferentes: neumotórax, artefactos intersticiales, derrame pleural y disfunción del diafragma. Cada examen arroja información única que puede explicar los signos vitales anormales o los síntomas de disnea. Este artículo utiliza el formato I-AIM (indicación, adquisición, interpretación y manejo) para capacitar a los anestesiólogos para diagnosticar pacientes a través del LUS.

### **Indicación**

El compromiso respiratorio perioperatorio tiene una variedad de diagnósticos diferenciales, muchos de los cuales pueden presentarse con un cuadro clínico similar. LUS, con su disponibilidad inmediata al lado de la cama del paciente, puede ayudar a los médicos a acelerar un diagnóstico y monitorear la respuesta a las intervenciones clínicas. Por ejemplo, el LUS se puede utilizar para diagnosticar un neumotórax o una disfunción diafragmática inmediatamente después de un bloqueo de nervio periférico en la extremidad superior.

El LUS es particularmente sensible y específico para el diagnóstico de neumotórax<sup>1</sup>, síndrome intersticial<sup>2</sup> y derrame pleural.<sup>3</sup> De hecho, Lichtenstein y Mezière demostraron su capacidad para diagnosticar rápidamente la causa de la hipoxemia en hasta el 90 % de los pacientes.<sup>4</sup> El LUS puede identificar disfunción diafragmática, ayudar a la optimización preoperatoria, diagnosticar neumonía e incluso ayudar en el diagnóstico temprano de COVID-19.<sup>5</sup> La LUS es superior a la

auscultación en la identificación de la intubación bronquial<sup>6</sup> y se puede usar en combinación con la ecografía cardíaca para la evaluación hemodinámica.<sup>7</sup>

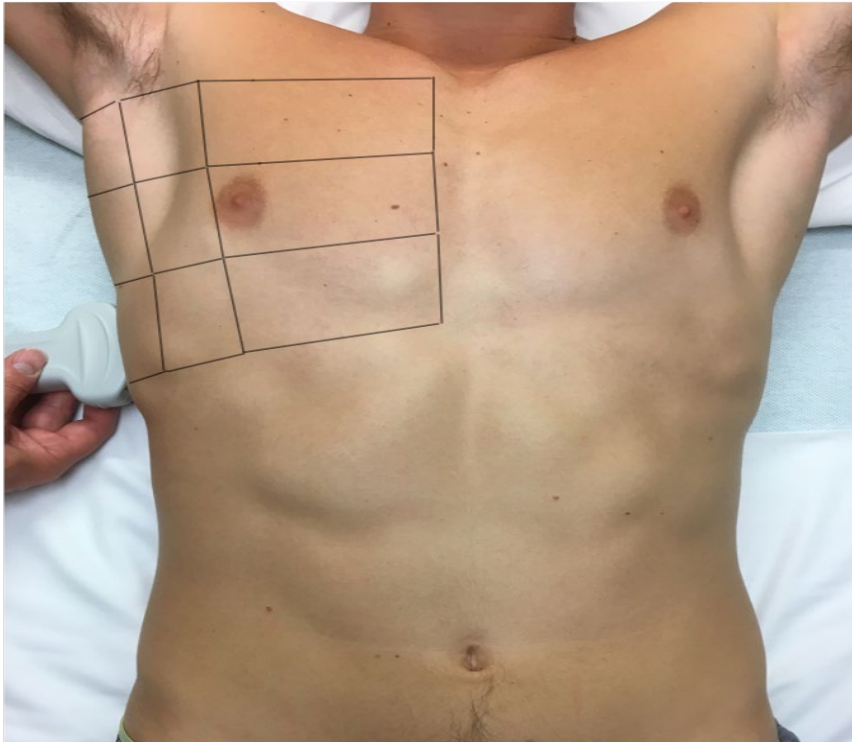
## Adquisición

Para evaluar pacientes usando LUS, dividimos el examen en cuatro componentes: Evaluación de neumotórax, componente intersticial, derrame pleural y función del diafragma. Usamos un transductor lineal o curvilíneo con un ajuste del examen pulmonar preestablecido (*preset*) y dirigimos el indicador de orientación en dirección cefálica. En situaciones donde es más probable el diagnóstico de neumotórax, el transductor lineal mejora la resolución de la línea pleural para visualizar el deslizamiento pulmonar, pero en la mayoría de las situaciones clínicas, usamos el transductor curvilíneo para todo el examen de LUS.

Obtenemos las imágenes de seis zonas pulmonares: el tórax anterior, lateral y posterior del lado izquierdo y del derecho (ver Figura 1), y al menos tres espacios intercostales en cada zona para un total de 18 lugares (ver Figura 2). Existen múltiples protocolos para LUS, incluidos BLUE,<sup>4</sup> FLUID,<sup>8</sup> RADiUS<sup>9</sup> y ETUDES,<sup>10</sup> pero es más importante obtener imágenes de todo el tórax que seguir un determinado protocolo.



**Figura 1. Posición del transductor de ultrasonido para evaluar neumotórax y síndrome intersticial.**



**Figura 2. Áreas anterior, lateral y posterior para realizar el examen de ultrasonido pulmonar.**

En cada zona del tórax confirmamos deslizamiento pulmonar y la ausencia de punto pulmonar con ecografía modo B para descartar neumotórax. Evaluamos las líneas B para evaluar el síndrome intersticial o cualquier situación con aumento de líquido o engrosamiento intersticial, como edema pulmonar, COVID-19, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), lesión pulmonar aguda relacionada con transfusiones (TRALI) y fibrosis pulmonar.

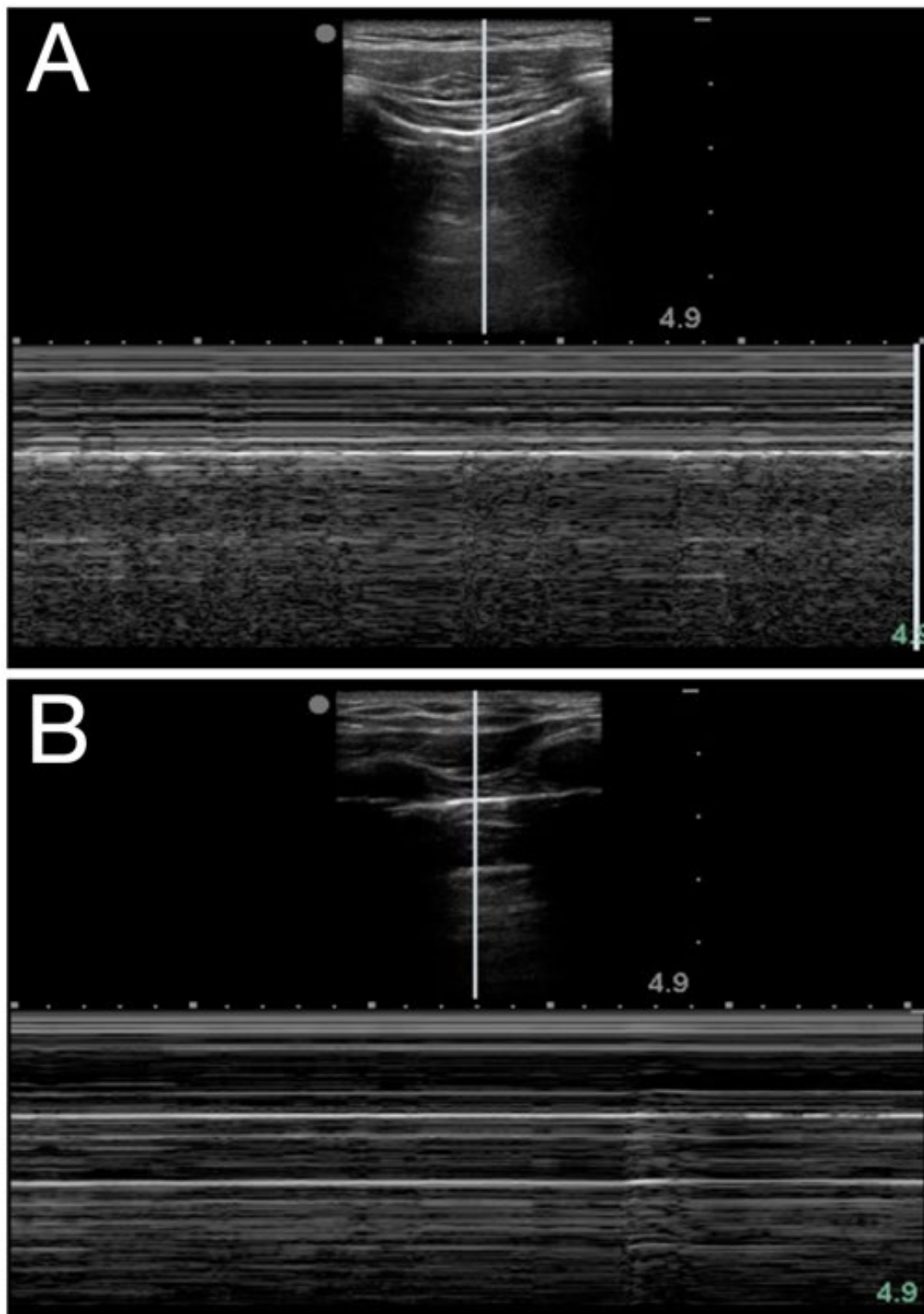
Comenzamos la evaluación del derrame pleural mediante imágenes del hemitórax derecho en un plano coronal en la línea axilar posterior. El hígado sirve como ventana acústica para visualizar el diafragma. Los derrames pleurales aparecerán como un área anecoica cefálica al diafragma. Repetimos el examen en el lado izquierdo, observando que el bazo relativamente pequeño hará que el examen sea técnicamente más desafiante.

La función diafragmática se evalúa más fácilmente en la zona de aposición o cerca de ella, donde el diafragma se yuxtapone a la pared torácica. Aquí es posible medir la diferencia en el grosor del músculo del diafragma al final de la inhalación y la exhalación; el deterioro se asocia con la disfunción del diafragma. Como evaluación alternativa de la función del diafragma, colocamos la sonda curvilínea en la región subcostal utilizando el hígado o el bazo como ventana acústica. En esta posición podemos identificar el movimiento caudal del diafragma. Con la inspiración forzada,

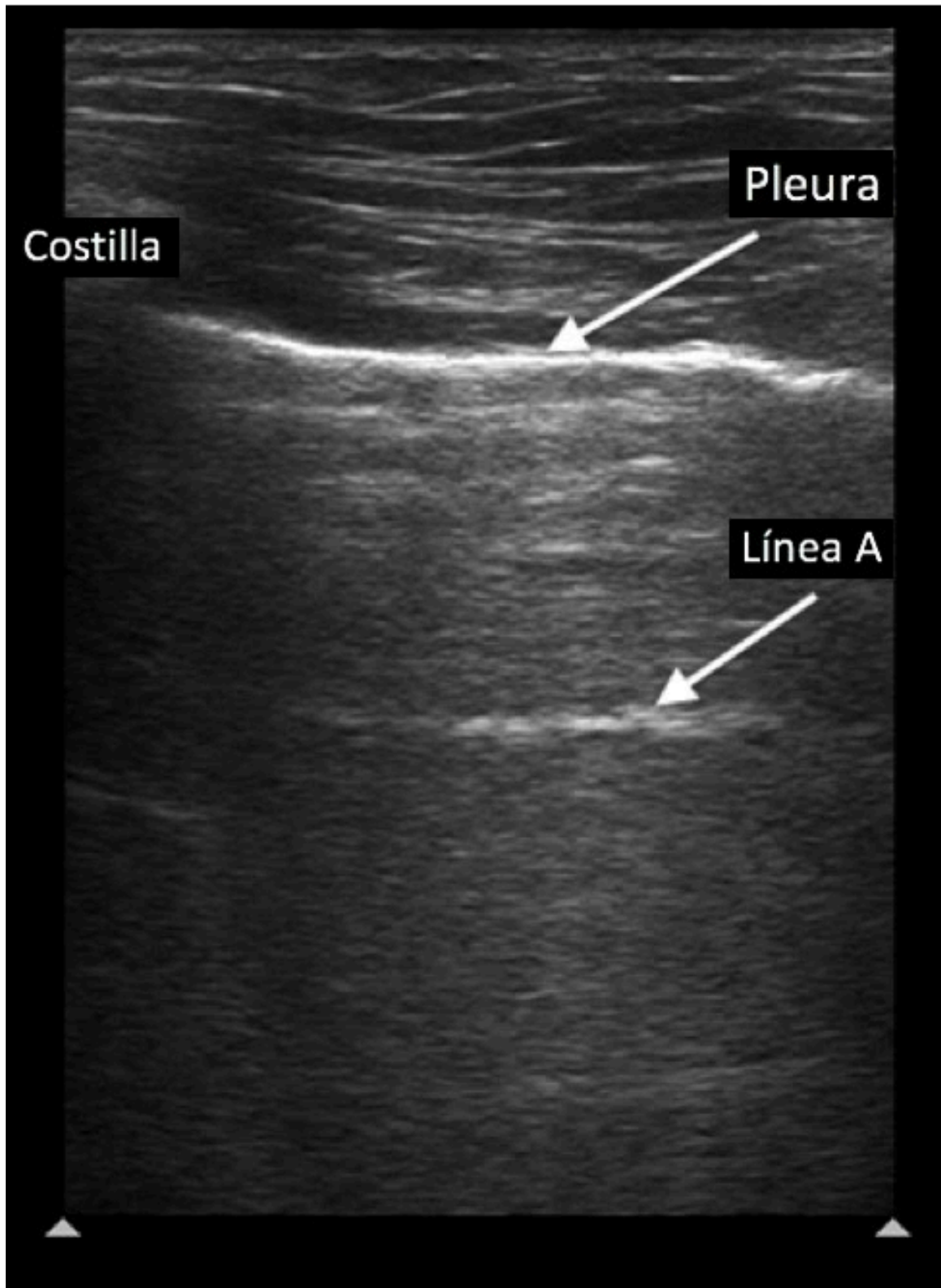
el diafragma que funciona con normalidad se mueve rápidamente en dirección caudal. El modo M puede cuantificar aún más ese movimiento.

## **Interpretación**

El aire en el pulmón dispersará la mayoría de las ondas de ultrasonido, limitando las imágenes de ultrasonido del pulmón normal a la pleura. La pleura parietal y visceral que se desliza una sobre la otra se conoce como deslizamiento pulmonar (*Signo de Sliding*), brillo o "hormigas en una línea". Con el modo M, el deslizamiento pleural aparece como el signo de la arena y el mar con un patrón lineal estático superficial a la línea pleural y un patrón arenoso o granular debajo de la línea pleural, como resultado del reflejo irregular de las ondas sonoras del tejido alveolar (ver Figura 3A) . Se produce un pulso pulmonar en ausencia de ventilación pulmonar normal: cuando se intuba el bronquio fuente derecho de un paciente, la pleura en el tórax izquierdo pulsará con cada latido del corazón. Los artefactos de reverberación horizontal conocidos como líneas A (ver Figura 4) pueden aparecer en intervalos regulares y repetitivos en la profundidad de la línea pleural.

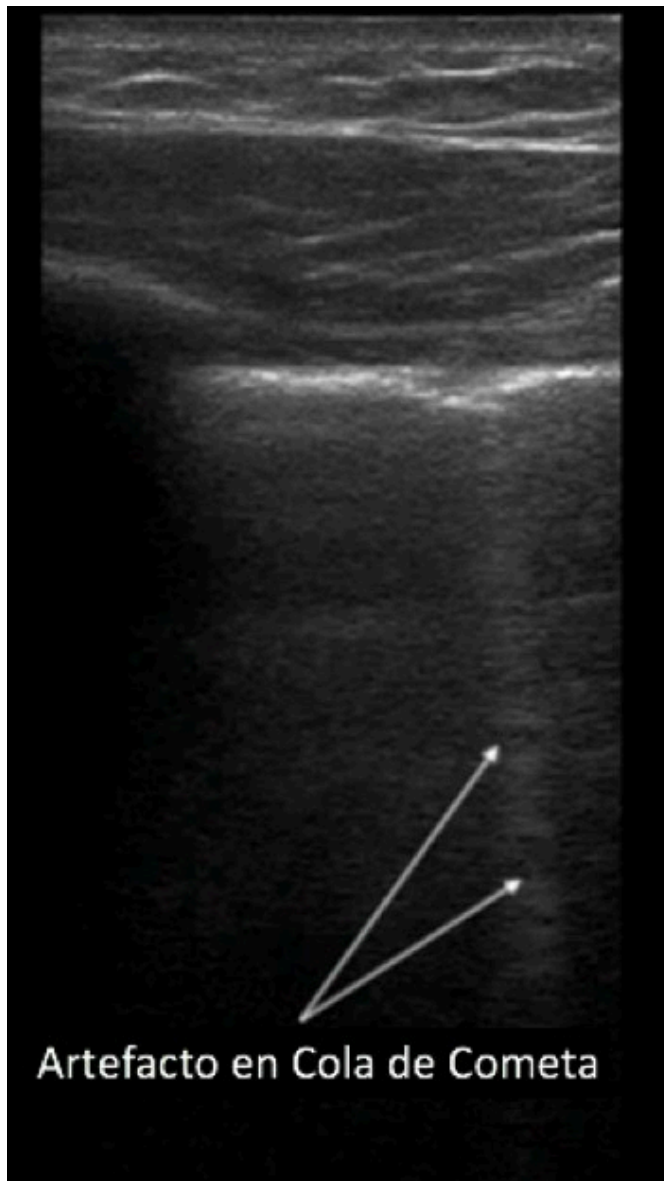


**Figura 3. Signo de la arena y el mar (A) y de la estratósfera (B) en el modo M**

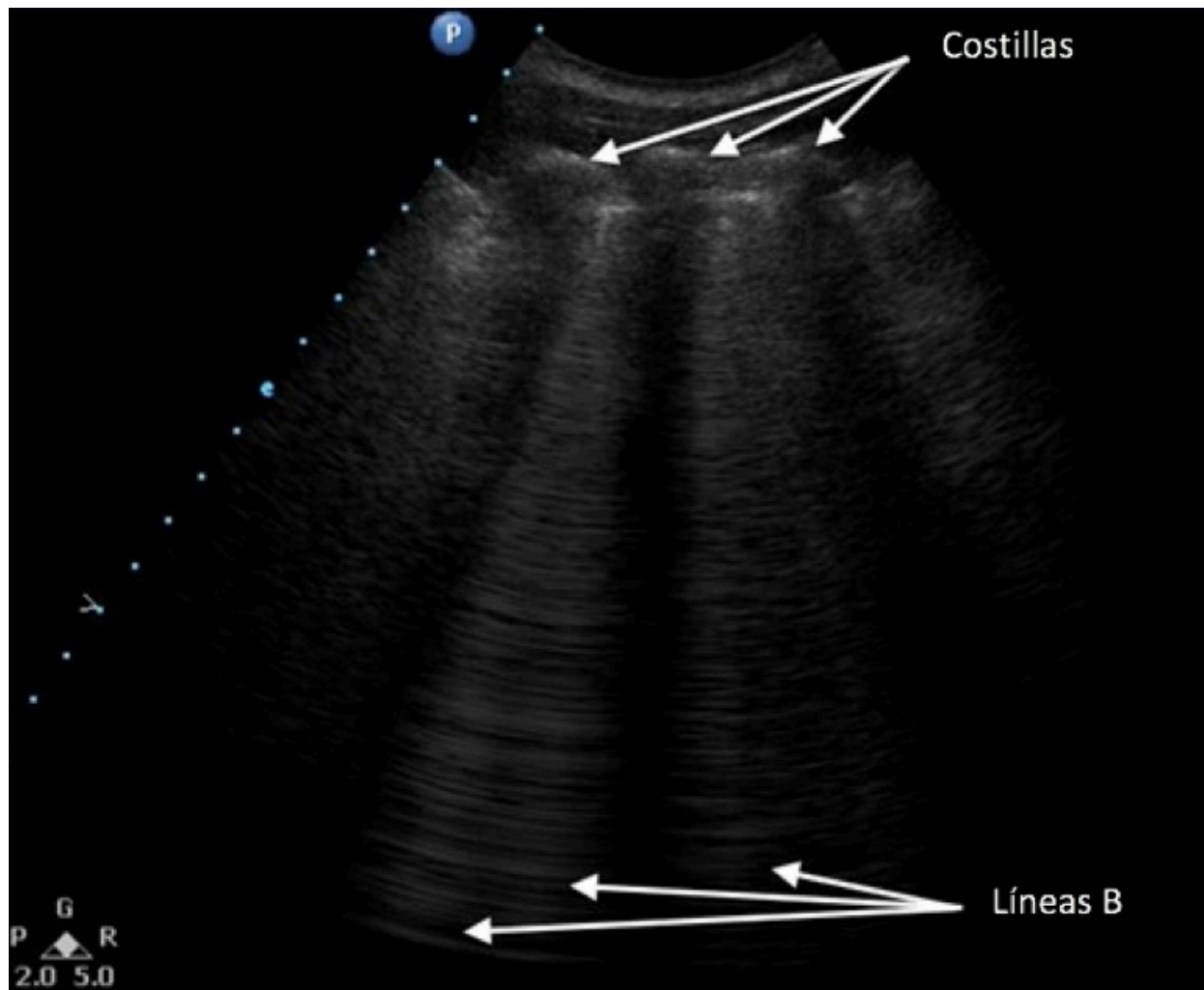


**Figura 4. Ultrasonido pulmonar normal mostrando la línea pleural y líneas A.**

Un artefacto en cola de cometa es una línea hiperecoica vertical que emerge de la línea pleural (ver Figura 5). Las colas de los cometas se disipan hacia el campo lejano de la imagen de ultrasonido. Por el contrario, las líneas B, que son tres o más artefactos de cola de cometa, se extienden hasta el campo lejano de la imagen (ver Figura 6). Las líneas B en la parte anterior del tórax casi siempre representan una patología, mientras que las líneas B en las ubicaciones más dependientes pueden ser un hallazgo normal. Dependiendo de la causa subyacente, las líneas pueden ser homogéneas, espaciadas de forma irregular, localizadas o diseminadas. Aunque las líneas B se ven más comúnmente en el edema pulmonar, también están presentes en cualquier enfermedad que aumente la densidad pulmonar, incluida la neumonía, la fibrosis pulmonar o el infarto. Debido a la alteración de la composición alveolar normal, las líneas A no son visibles en estas áreas.



**Figura 5. Artefacto de cola de cometa**



**Figura 6. Múltiples líneas B**

### Neumotórax

La identificación de un neumotórax con LUS debe realizarse de manera escalonada, aclarando si los signos están presentes o ausentes. En cada espacio intercostal, identifique la línea pleural y pregúntese: ¿Hay deslizamiento? ¿Puedo ver un pulso pulmonar? ¿Están presentes las líneas A? Si la respuesta a cualquiera de esas preguntas es no, entonces busque un punto pulmonar, o la unión de la presencia y ausencia de deslizamiento pulmonar normal. El punto pulmonar ocurre donde la pleura visceral y parietal ya no son contiguas, y es un hallazgo muy específico para un neumotórax. Si el deslizamiento pulmonar no está claro, el modo M puede diferenciar aún más: el signo normal de la arena y el mar se reemplaza con el “signo de la estratosfera” o “signo de código de barras” (ver Figura 3B) que puede representar un neumotórax.

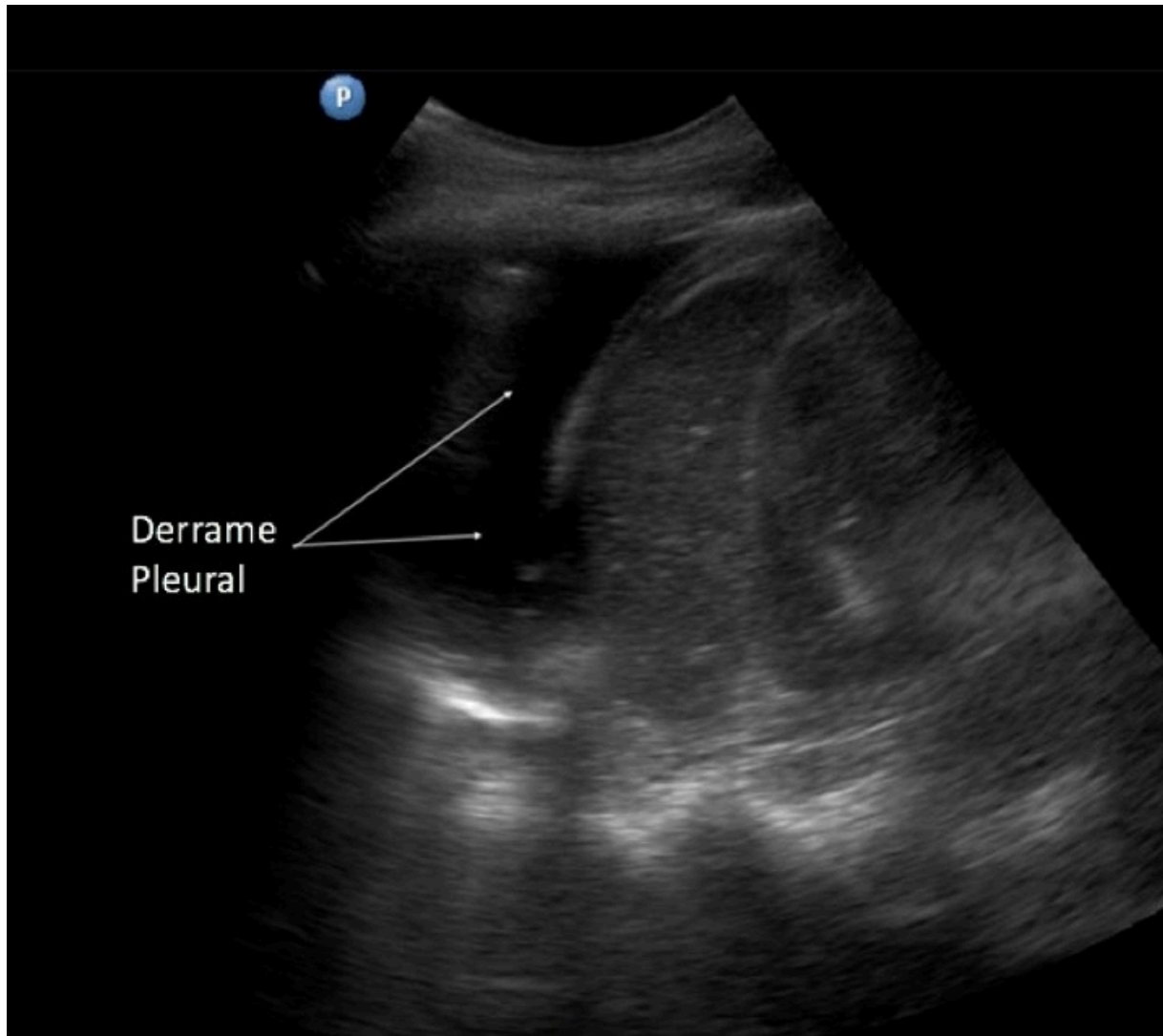


## Síndrome Intersticial

El síndrome intersticial representa cualquier proceso patológico que resulte en un aumento de la densidad del espacio intersticial entre los alvéolos, como edema pulmonar, neumonía, ARDS, TRALI, COVID-19 o fibrosis pulmonar. El número y la distribución de las líneas B definirán aún más la causa específica del síndrome intersticial. Por ejemplo, las líneas B separadas por al menos 7 mm con frecuencia serán causadas por edema pulmonar, mientras que las separadas por menos de 3 mm con frecuencia serán causadas por inundación alveolar u opacidades en vidrio esmerilado.

## Derrame Pleural

El hígado y el bazo sirven como ventanas acústicas para evaluar derrame pleural. Con la respiración, un pulmón aireado normal pasa por delante de la sonda, anulando la visualización del diafragma, el hígado y el bazo. Llamado el signo de la cortina, niega la posibilidad de un derrame significativo. LUS es más sensible a pequeños volúmenes de líquido en comparación con la radiografía de tórax; en la cavidad torácica, el líquido aparece como un área hipoecoica oscura cefálica al diafragma. El pulmón atelectásico puede verse como una masa en forma de cuña en un gran derrame, que se mueve libremente con el ciclo respiratorio. Nuestro apodo favorito personal para el fenómeno es el signo del "monstruo pulmonar", llamado así por las formas móviles creadas por el tejido pulmonar no opuesto. El signo de la columna vertebral es la visualización de los cuerpos vertebrales torácicos cefálicos al diafragma, que está presente solo con derrame pleural o hemotórax debido a la eliminación de la impedancia del aire (ver Figura 7).



**Figura 7. Derrame pleural en hemitórax izquierdo.**

### Disfunción Diafragmática

Los anestesiólogos pueden usar LUS para evaluar la función del diafragma a través de múltiples signos. En la zona de aposición, el diafragma al final de la inspiración debe engrosarse un 30 % o más en comparación con el final de la espiración. El movimiento cefálico del diafragma durante la inhalación se conoce como movimiento paradójico del diafragma y es consistente con paresia hemidiafragmática. Otros hallazgos compatibles con paresia hemidiafragmática incluyen una excursión de menos de 4 mm o una diferencia de más del 50% entre la excursión de un hemidiafragma en comparación con el otro<sup>11</sup>.

LUS puede ofrecer a los médicos signos e información de diagnóstico adicionales que no se analizan en este artículo limitado, incluidas las líneas C, el signo de fragmentación, la hepatización

pulmonar y broncogramas aéreos. Consulte la Tabla 1 y el artículo “Ultrasonido pulmonar para el anestesiólogo regional y médico del dolor” para obtener más información.<sup>12</sup>

**Tabla 1. Glosario de la terminología comúnmente utilizada en ultrasonido pulmonar.**

<b>Terminología</b>	<b>Definición</b>
Líneas A	Artefactos de reverberación horizontal que ocurren debajo de la línea pleural a intervalos regulares iguales a la distancia entre el transductor de ultrasonido y la pleura
Ventana acústica	Estructuras en el campo cercano de la vista de ultrasonido que promueven la transmisión de ondas de ultrasonido. El hígado y el bazo son ventanas acústicas comunes a las bases pulmonares para el diagnóstico de derrame pleural o función diafragmática.
Broncograma aérea	Patrón fácilmente reconocible de bronquios llenos de aire rodeados de alvéolos llenos de líquido; puede ser dinámico (p. ej., movimiento hiperecoico del aire en tejido pulmonar consolidado) o estático (p. ej., atelectasia severa)
Líneas B	Tres o más artefactos de cola de cometa que se extienden al campo lejano de la vista de ultrasonido; puede ser un hallazgo normal en áreas dependientes. Las líneas B están asociadas con el síndrome intersticial (es decir, aumento de líquido o engrosamiento del espacio intersticial entre los alvéolos) y patologías como edema pulmonar, consolidación, síndrome de dificultad respiratoria aguda, lesión pulmonar aguda relacionada con transfusiones y fibrosis pulmonar.
Signo de la Arena y el Mar	Apariencia clásica en modo M de un pulmón normal donde el "mar" es el tejido de la pared torácica y las capas musculares relativamente inmóviles y la "arena de la playa" es el deslizamiento pleural (ver Figura 3A)
Signo de la Estratósfera	También conocido como el signo del código de barra: es sugestivo de neumotórax cuando el signo de la arena y el mar esta reemplazado por la pleura parietal estática y una apariencia linear repetitiva en el modo M (Ver figura 3B)
Líneas C	Artefactos basales en cola de cometa generados por tejido pulmonar consolidado
Artefacto en Cola de Cometa	Artefacto de reverberación visto en un pulmón normal como una línea hiperecogénica vertical que emerge de la línea pleural y se disipa hacia el campo lejano de la vista de ultrasonido; difiere de las líneas B, que se extienden hasta el borde de la imagen
Signo de la Cortina	Artefacto dinámico en el que se muestra el movimiento craneocaudal del pulmón normalmente aireado frente al transductor en la base del pulmón

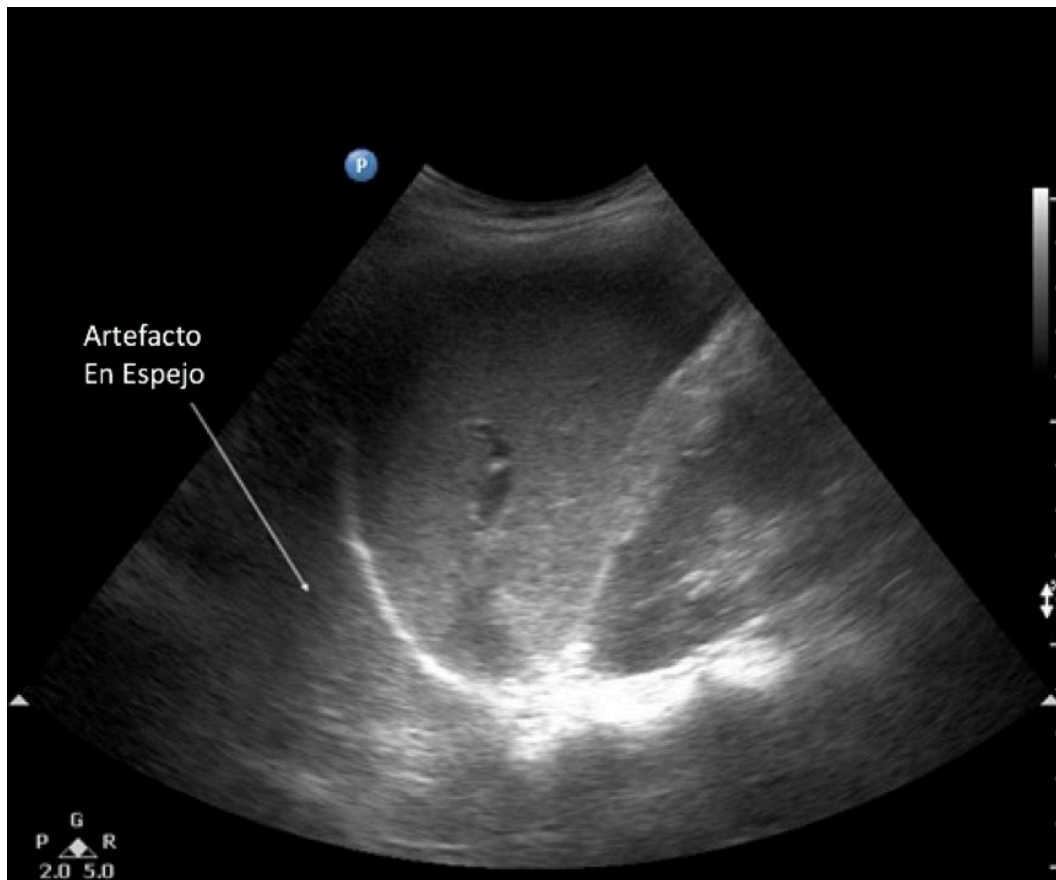
<b>Terminología</b>	<b>Definición</b>
	completamente aireado; reducida o completamente ausente en la patología de la base pulmonar, como derrame pleural, atelectasia y consolidación
Hepaticización Pulmonar	Signo de consolidación significativa, donde el tejido pulmonar aparece isoecoico (es decir, apariencia ecográfica similar) en comparación con el parénquima hepático
Monstruo Pulmonar	Masa en forma de cuña de pulmón atelectásico en un gran derrame que se mueve libremente con el ciclo respiratorio
Pulso Pulmonar	Transmisión de la pulsación cardíaca al pulmón, lo que hace que la línea pleural se mueva en sincronía con el latido del corazón; ocurre con la ausencia de ventilación del tejido pulmonar normal (p. ej., intubación del tronco principal derecho) y está ausente en el neumotórax
Deslizamiento Pulmonar	Pleura parietal y visceral deslizándose una sobre la otra; ausente en el neumotórax, donde el aire intratorácico separa la pleura visceral y parietal, y puede estar ausente después de la pleurodesis
Artefacto en espejo	Artefactos causados cuando las ondas de ultrasonido encuentran un reflector fuerte y suave, como el diafragma, creando una imagen falsa; ausente en derrame pleural
Signo del desgarro	Interfaz de tejido pulmonar totalmente aireado y consolidado que crea una línea hiperecoica estática e irregular
Signo de la Columna Vertebral	Visualización de vertebras torácicas asociada a derrame pleural, que normalmente se ve obstaculizada por el pulmón aireado por encima del diafragma
Zona de Aposición	Área del diafragma paralela a la pared torácica, en la cara caudal del tórax y justo cefálica a la inserción del diafragma en los cartílagos costales, donde la pleura parietal del tórax y la pleura diafragmática están en aposición directa sin tejido pulmonar en el medio.

## Manejo

Los anestesiólogos deben usar el contexto clínico para manejar a los pacientes con hallazgos anormales de LUS. Un paciente cómodo con un neumotórax pequeño se maneja de manera muy diferente a uno con un neumotórax a tensión bajo anestesia general. De manera similar, múltiples campos pulmonares con líneas B pueden ser normales en un paciente con fibrosis pulmonar, pero no en un paciente posoperatorio disneico después de una transfusión masiva. La clave es incorporar el perfil LUS en el escenario clínico del paciente y reevaluar si el escenario clínico cambia.

### Perlas clínicas:

- Utilice un transductor curvilíneo durante todo el examen para evitar cambios repetidos de transductor. En nuestra práctica, rara vez usamos un transductor lineal, generalmente en el contexto de una alta sospecha de neumotórax.
- Las líneas B focales sugieren más consolidación o atelectasia. Las líneas B difusas y generalizadas son más sugestivas de edema pulmonar.
- Extienda el protocolo BLUE para incluir el escaneo medial a la escápula porque la posición vertical ayudará con la visualización.<sup>13</sup> Esto es de particular beneficio en el diagnóstico de COVID-19 y para definir la magnitud del derrame pleural.
- Los artefactos en espejo (consulte la Figura 8) pueden ser engañosos y generar un diagnóstico de consolidación incorrecto, especialmente cuando aparecen en el lado derecho. Se producen cuando el haz de ultrasonido se encuentra con un reflector fuerte y suave, como el diafragma, creando una imagen falsa detrás del reflector. La presencia de artefactos en espejo elimina la posibilidad de derrame pleural.
- Muchos pacientes son técnicamente difíciles de obtener imágenes debido a la constitución corporal o la posición durante la cirugía. El uso de una sonda curvilínea y la práctica regular en ese tipo de situaciones mejorará la adquisición de imágenes.



**Figura 8. Artefacto en espejo**

En conclusión, LUS es una herramienta poderosa para anestesiólogos regionales y médicos del dolor. Sobre la base de los conceptos básicos de la ecografía pulmonar y sus puntos fuertes y débiles presentados en este artículo y la comprensión de los cambios sutiles de la pleura, los artefactos pleurales, los derrames pleurales y la función del diafragma ayudará a los médicos a tratar a los pacientes críticos.



William C. Manson, MD, es el director medico de medicina perioperatoria y un professor asistente de el departamento de anesthesia en la UVA Health en Charlottesville, VA.



Rosie M. Hogg, MB, ChB, FRCA, MD, es una consultante anestesista de Belfast Health and Social Care Trust en Belfast, United Kingdom.

## Referencias

1. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, et al. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care*. 2013;17(5):R208. <https://doi.org/10.1186/cc13016>
2. Dubinsky TJ, Shah H, Sonneborn R, Hippe DS. Correlation of B-lines on ultrasonography with interstitial lung disease on chest radiography and CT imaging. *Chest*. 2017;152(5):990–8. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.05.003>
3. Yousefifard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, et al. Screening performance characteristic of ultrasonography and radiography in detection of pleural effusion; a meta-analysis. *Emerg (Tehran)*. 2016;4(1):1–10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26862542>
4. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol [published correction appears in *Chest*. 2013;144(2):721]. *Chest*. 2008;134(1):117–25. <https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>
5. Haskins SC, Bronshteyn Y, Perlas A, et al. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine expert panel recommendations on point-of-care ultrasound education and training for regional anesthesiologists and pain physicians—part I: clinical indications. *Reg Anesth Pain Med* 2021; 46(12):1031–47. <https://doi.org/10.1136/rapm-2021-102560>
6. Ramsingh D, Frank E, Haughton R, et al. Auscultation versus point-of-care ultrasound to determine endotracheal versus bronchial intubation: a diagnostic accuracy study. *Anesthesiology*. 2016;124(5):1012–20. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000001073>
7. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). *J Crit Care*. 2012;27(5):533.e11–9. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.03.004>
8. Chiem AT, Chan CH, Ander DS, Kobylivker AN, Manson WC. Comparison of expert and novice sonographers' performance in focused lung ultrasonography in dyspnea (FLUID) to diagnose patients with acute heart failure syndrome. *Acad Emerg Med*. 2015;22(5):564–73. <https://doi.org/10.1111/acem.12651>
9. Manson W, Hafez N. The rapid assessment of dyspnea with ultrasound: RADiUS. *Ultrasound Clinics*. 2011;6(2):261–76. <http://doi.org/10.1016/j.cult.2011.03.010>
10. Liteplo AS, Marill KA, Villen T, et al. Emergency thoracic ultrasound in the differentiation of the etiology of shortness of breath (ETUDES): sonographic B-lines and N-terminal pro-brain-type natriuretic peptide in diagnosing congestive heart failure. *Acad Emerg Med*. 2009;16(3):201–10. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00347.x>

11. Fayssoil A, Behin A, Ognia A, et al. Diaphragm: pathophysiology and ultrasound imaging in neuromuscular disorders. *J Neuromuscul Dis.* 2018;5(1):1–10. <https://doi.org/10.3233/JND-170276>
12. Haskins SC, Tsui BC, Nejjim JA, Wu CL, Boublik J. Lung ultrasound for the regional anesthesiologist and acute pain specialist. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42(3):289–98. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000583>
13. 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):61–76. <https://doi.org/10.1136/thx.2010.137026>

Copyright (c) 2022 by the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine