

Introducción a la ecografía pulmonar para cardiólogos

Pedro Martínez-Losas¹ 
Cristina de Cortina Camarero¹ 
Silvia Jiménez Loeches¹ 
Alejandro Cortés Beringola¹ 
Irene Arnanz González² 
Roberto Muñoz Aguilera¹ 

Correspondencia

Pedro Martínez-Losas
martinezlosas@gmail.com

¹Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España.

²Servicio de Urgencias-UCE-UHAD. Hospital Universitario Infanta Leonor, Madrid, España.

Recibido: 16/12/2024

Aceptado: 28/03/2025

Publicado: 30/04/2025

Citar como: Martínez-Losas P, de Cortina Camarero C, Jiménez Loeches S, Cortes Beringola A, Arnanz González I, Muñoz Aguilera R. Introducción a la ecografía pulmonar para cardiólogos. Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2025 Abr; 8(a): 1-9. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v8n1a2>.

Cite this as: Martínez-Losas P, de Cortina Camarero C, Jiménez Loeches S, Cortes Beringola A, Arnanz González I, Muñoz Aguilera R. Introduction to lung ultrasound for cardiologist. Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2024 Apr; 8(1): 1-9. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v8n1a2>.

Palabras clave

- ▷ Ecografía pulmonar.
- ▷ Insuficiencia cardíaca.
- ▷ Líneas B.
- ▷ Ecocardiografía.

Keywords

- ▷ Lung echography.
- ▷ Heart failure.
- ▷ B-lines.
- ▷ Echocardiography.

RESUMEN

La ecografía pulmonar es una técnica cada vez más accesible para los profesionales sanitarios que proporciona una valiosa información a pie de cama del paciente. Su curva de aprendizaje, en comparación con la ecocardiografía, es relativamente corta. En pacientes con insuficiencia cardíaca, esta técnica complementa a la ecocardiografía y se posiciona como una herramienta fundamental en el abordaje y seguimiento de estos pacientes.

ABSTRACT

Lung ultrasound is an increasingly accessible technique for healthcare professionals, providing valuable point-of-care information. Its learning curve is relatively short compared to echocardiography. In patients with heart failure, lung ultrasound serves as a valuable complement to echocardiography and is positioned as an essential tool in the approach and follow-up of these patients.

Introducción

Los inicios de la ecografía pulmonar (EP) se remontan a las unidades de Cuidados intensivos y a los servicios de Urgencias hace más de dos décadas como una herramienta en la valoración del paciente con disnea o insuficiencia respiratoria aguda. Desde entonces, su uso se ha extendido más allá de estas unidades, consolidándose como una prueba complementaria rápida y sencilla que ayuda al clínico a responder a preguntas muchas veces cruciales.

La EP es una técnica versátil y cada vez más accesible para los profesionales sanitarios, que aporta información en tiempo real a pie de cama del enfermo, sin necesidad de traslados o de otros profesionales para su realización e interpretación. Es una técnica que puede repetirse tantas veces como sea necesaria, no es lesiva, no emite radiación y, a diferencia de la ecocardiografía, su curva de aprendizaje es relativamente corta^{1,2}.

En los últimos años, los cardiólogos hemos ido incorporando su uso de forma progresiva a nuestra práctica clínica, especialmente en el diagnóstico y manejo de la insuficiencia cardíaca (IC), complementando y ampliando la información de la ecocardiografía. El reconocimiento y tratamiento de la congestión pulmonar son pilares básicos del manejo de estos pacientes, para lo cual la EP tiene

una alta sensibilidad y, además, permite excluir otras entidades que pueden imitar o superponerse a la IC, como la neumonía o el síndrome de distrés respiratorio^{1,3}.

Técnica de examen

Para la realización de una EP el equipo que utilizemos solo necesita disponer de imagen bidimensional (2D), que puede complementarse con el modo M. Debido a que es una técnica que se basa fundamentalmente en la observación de artefactos, los equipos más antiguos, que no emplean el uso de armónicos u otros filtros para la optimización de la imagen, pueden generar mejores estudios que los equipos más modernos.

Para la realización de estudios de EP podemos emplear tanto una sonda convexa como una sonda sectorial, reservando la sonda lineal para la mejor valoración de estructuras poco profundas o para pacientes delgados y niños. Actualmente, la mayoría de los equipos nuevos disponen de una preconfiguración específica para la exploración pulmonar, aunque también se puede utilizar el ajuste preconfigurado abdominal de la sonda convexa o el cardíaco de la sonda sectorial, posicionando el foco a nivel de la línea pleural y suprimiendo los filtros.

Siempre que sea posible, la EP debe de realizarse de forma protocolizada para facilitar tanto su correcta interpretación como reproducibilidad. Durante el estudio, el paciente puede permanecer tumbado, semiincorporado o sentado, lo que debe constar en el informe.

Se han descrito en la literatura distintos protocolos con diferente número de áreas de exploración en el tórax, con un rango que oscila entre las 4 y las 28 zonas (Figura 1). El número de áreas a explorar dependerá tanto del tiempo del que dispongamos como del contexto clínico en que se realice la prueba, siendo los protocolos de 6-8 zonas los que posiblemente consiguen un mejor equilibrio entre rapidez y precisión diagnóstica.



Figura 1. Diferentes protocolos de ecografía pulmonar, desde las 4 zonas (figura de la izquierda) hasta las 28 zonas (figura de la derecha). El protocolo debe realizarse en ambos hemitórax (en el protocolo de 28 zonas, el hemitórax izquierdo no incluye el quinto espacio intercostal).

Al comenzar el estudio, el transductor debe situarse de forma perpendicular al espacio intercostal para que el haz de ultrasonidos incida perpendicularmente sobre la pleura, colocando el marcador de la sonda orientado hacia la cabeza del paciente (disposición longitudinal). La profundidad de la imagen dependerá tanto del tamaño del paciente como de las estructuras que se van a analizar, oscilando entre los 5 cm para la valoración de estructuras superficiales y los 15-18 cm para los elementos más profundos. Una vez que la posición y la ganancia estén optimizadas, debemos buscar los signos que constituyen los patrones de la EP. Para la adquisición de vídeos, tenemos que adquirir al menos un ciclo respiratorio, por lo que la duración del clip deberá de ser, como mínimo, de seis segundos.

Al colocar el transductor sectorial o lineal en sentido longitudinal, debemos identificar en primer lugar las costillas en los márgenes de la imagen como estructuras hiperecoicas y de disposición horizontal, las cuales dejan una sombra acústica posterior. Ligeramente por debajo del borde superior de estas, a unos 5-10 mm, trazando una línea hiperecoica entre ambas, se puede identificar la línea pleural, elemento fundamental de la EP. Esta estructura se caracteriza por ser una línea horizontal y delgada, la cual, junto con las costillas, dibuja la silueta de un murciélago, el denominado «signo del murciélago» o *bat sign* (Figura 2). En el caso de un abordaje oblicuo, el transductor se coloca en la misma dirección que las costillas, lo que permite una mayor valoración de la línea pleural al suprimir las costillas.

La línea pleural está formada, en condiciones fisiológicas y desde una perspectiva teórica, por las dos capas de la pleura (parietal y visceral) que se deslizan con la respiración una sobre la otra, generando el denominado «signo del deslizamiento pulmonar» o *lung sliding*. Este signo se puede confirmar en modo M mediante la observación del denominado signo de la orilla de playa (Figura 3A). En este patrón se distinguen dos zonas bien diferenciadas: la zona superior de la imagen, correspondiente a la pared torácica, formada por líneas horizontales estáticas; y la parte inferior, formada por el parénquima pulmonar, que muestra una imagen granulada que simula la arena de la playa. Para que se produzca esta imagen, se requieren tres condiciones: que ambas pleuras estén en contacto (ausente en el neu-

motórax), que el paciente respire y haya ventilación local; y que no haya obstáculos para el deslizamiento de ambas capas de la pleural (por ejemplo, una pleurodesis previa). En ausencia de alguna estas premisas, el signo del deslizamiento pulmonar desaparece y podemos observar el signo del código de barras o signo de la estratosfera (Figura 3B), caracterizado por la presencia de líneas horizontales estáticas que se extienden a lo largo de toda la imagen.

Una vez visualizada la línea pleural, se debe evaluar el área subyacente correspondiente al espacio subpleural^{1,3-6}.

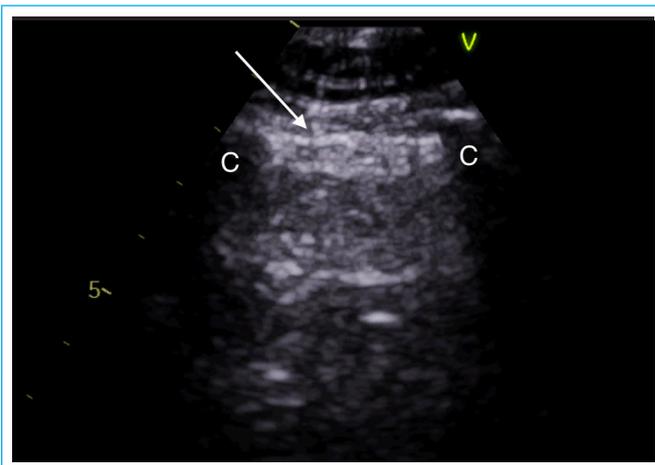


Figura 2. Signo del murciélago. La línea pleural (cuerpo del murciélago, flecha) se visualiza como una línea hiperecoica horizontal que se inicia unos 5-10 mm por debajo de las costillas (alas del murciélago, [C]) en la visión longitudinal con una sonda sectorial.

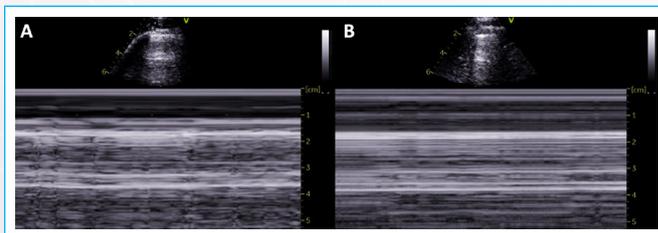


Figura 3. **A.** Patrón pulmonar normal en modo M: el signo de la orilla de playa. Las capas superficiales inmóviles generan líneas horizontales estáticas (las olas del mar). Los artefactos profundos siguen el deslizamiento pulmonar, lo que da lugar a un aspecto granulado (arena de playa). **B.** Se observan exclusivamente líneas horizontales, lo que indica la ausencia de dinámica a nivel de la línea pleural y por debajo de ella, patrón denominado signo de la estratosfera.

Líneas A

Las líneas A son un artefacto que se visualiza como imágenes lineales e hiperecoicas por debajo de la línea pleural. Estas líneas son paralelas, con una distancia regular entre ellas, y equidistante a la distancia que existe entre la línea pleural y la superficie del transductor (Figura 4).

Este artefacto se genera por la reverberación del haz de ultrasonido entre la pleural y la sonda del equipo, indicando la presencia de aire por debajo de la línea pleural.

Cuando las líneas A se asocian con un deslizamiento pulmonar, forman la imagen normal de la EP junto con el signo de la orilla de playa en el modo M⁴.

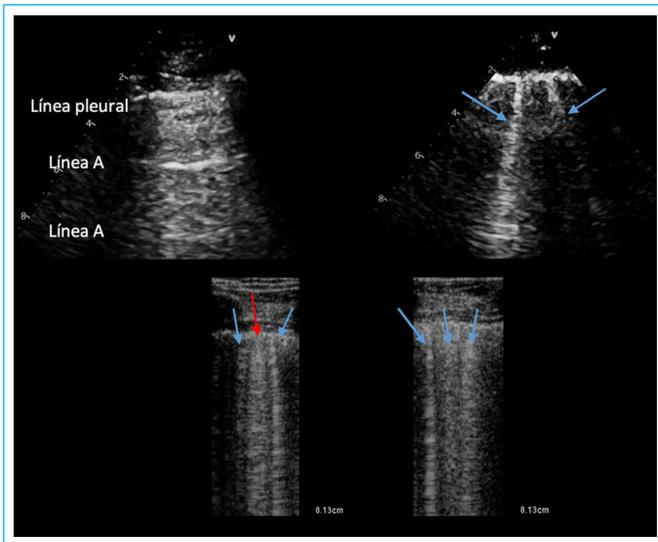
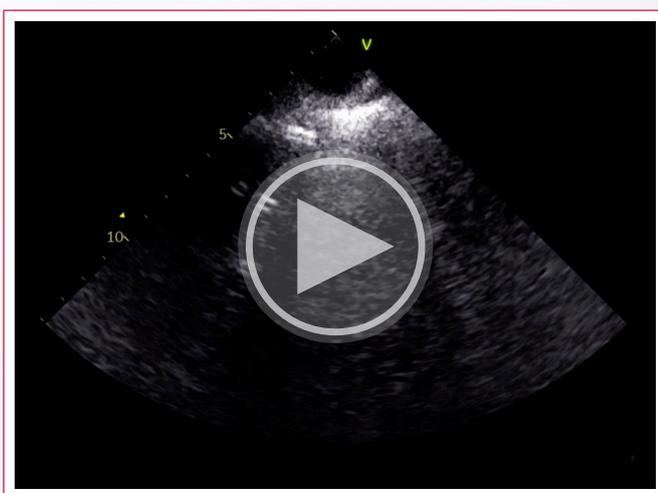


Figura 4. Fila superior, imagen izquierda: patrón de aireación normal, en el que se observa la línea pleural y dos líneas A, paralelas y equidistantes entre ellas y la línea pleural. Imagen derecha: dos líneas B, señaladas con flechas azules. Estas imágenes fueron adquiridas con una sonda sectorial. Fila inferior: se aprecian mayor número de líneas B, que a veces confluyen (flecha roja). Estas imágenes fueron adquiridas con sonda lineal.

Líneas B

Son un tipo de artefacto inicialmente denominado «cola de cometa» que se origina a partir de la línea pleural como líneas verticales hiperecoicas. Estas líneas alcanzan el borde inferior de la imagen, borrando las líneas A, y su movimiento es sincrónico con el deslizamiento pulmonar (Figura 4, Video 1).

En ocasiones, debemos diferenciar las líneas B de las líneas Z, que también se originan desde la línea pleural pero que son más cortas y peor definidas: no alcanzan el borde inferior de la imagen, no borran las líneas A y no tienen significado patológico. Aumentar momentáneamente la profundidad de la imagen puede ayudar en su diferenciación⁴.



Video 1. Líneas B en paciente con insuficiencia cardíaca, adquiridas tras finalizar el estudio ecocardiográfico.

Las líneas B se generan como resultado de la reflexión del ultrasonido en la interfase aire/fluido entre alveolos bien aireados y el líquido o el tejido fibrótico adyacente (Figura 5)^{7,8}.

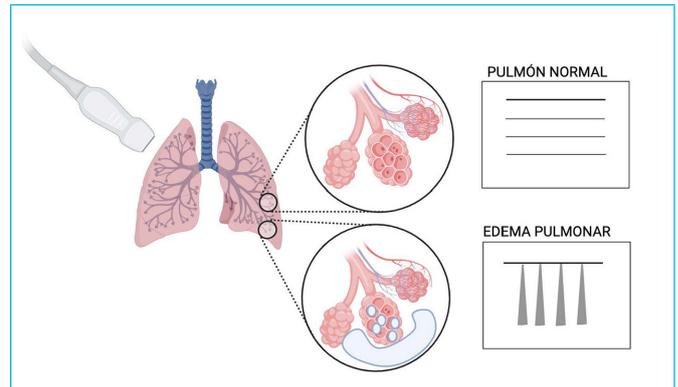


Figura 5. En un pulmón normal, la línea pleural produce unas reverberaciones que originan los artefactos denominados líneas A. En un pulmón con edema intersticial y/o alveolar se producen las líneas B como resultado de las reflexiones de los ultrasonidos producidos por la interfase líquido/aire. Creado con bioRender.

En condiciones fisiológicas, la visualización de una o dos líneas B por campo puede ser un hallazgo normal, especialmente en pacientes mayores y más frecuentemente en la región posterolateral y basal del pulmón. Sin embargo, el hallazgo de tres o más líneas B en dos o más campos en ambos hemitórax es un hallazgo patológico. En pacientes con sospecha moderada o alta de IC, este hallazgo es diagnóstico de edema pulmonar, con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 92%. En contraste, la precisión de la exploración física (sensibilidad: 62%; especificidad: 68%) o la radiografía de tórax (sensibilidad: 57%; especificidad: 89%) en este escenario es considerablemente menor⁹.

A medida que aumenta la cantidad de agua extravascular pulmonar se produce un aumento en el número de líneas B que pueden llegar a coalescer, dando lugar a un pulmón blanco en los casos de edema alveolar. Picano y colaboradores¹⁰ propusieron un score como un índice semicuantitativo del agua extravascular pulmonar, basado en el número de líneas B en un protocolo de 28 áreas (Tabla 1). Asimismo, en función de la distancia entre líneas B a nivel de la línea pleural se puede distinguir si el edema es de predominio intersticial o alveolar. En el primer caso, las líneas B están separadas 7 mm (líneas B7), y en el edema alveolar las líneas están separadas 3 mm o menos (líneas B3), siendo muchas veces confluentes¹¹.

Puntuación	Número de líneas B	Agua extravascular pulmonar
0	≤ 5	Ausente
1	6-15	Grado leve
2	16-30	Grado moderado
3	> 30	Grado severo

Tabla 1. Índice semicuantitativo para estimar la cantidad de agua extravascular pulmonar en función del número de líneas B observadas en la EP de 28 áreas.

Pese a la robustez de las líneas B en el diagnóstico de edema pulmonar en la IC aguda en un contexto clínico adecuado, también pueden visualizarse líneas B en otras patologías. La EP no puede distinguir la naturaleza del líquido (agua, pus o sangre), el mecanismo por el que se acumula, ni si lo que prolifera es tejido fibrótico o infiltrativo. Por este motivo, la diferenciación entre estas patológicas, además del contexto clínico, requiere de la integración de distintos hallazgos ecográficos a distintos niveles (Tabla 2).

En el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), el edema pulmonar se produce como consecuencia de un aumento en la permeabilidad de la membrana alvéolo-capilar, con una distribución de líneas B más heterogénea e irregular que en la IC, con aparición de consolidaciones de distintos tamaños y con

	Edema pulmonar cardiogénico	Síndrome de distrés respiratorio agudo	Fibrosis pulmonar
Evolución clínica	Aguda	Aguda	Crónica
Número líneas B	++++	++++	+ / ++ / +++
Distribución líneas B	Homogénea, bilateral, de predominio en zonas declives	Heterogénea, bilateral parcheada	Bilateral, de predominio en bases
Línea pleural	Normal	Anormal	Anormal
Derrame pleural	Frecuente, bilateral de predominio derecho, cuantía variable	Frecuente, escasa cuantía	Ausente
Consolidaciones	Ausentes	Frecuentes, diferentes tamaños	Infrecuentes
Evolución con tratamiento diurético	Mejoría	Sin cambios	Sin cambios
Cardiopatía estructural	Frecuente	Variable	Variable

Tabla 2. Diferencias entre el edema pulmonar cardiogénico y el no cardiogénico.

una línea pleural habitualmente fragmentada e irregular. En las enfermedades intersticiales del pulmón, como la fibrosis pulmonar, también pueden visualizarse líneas B en relación con el engrosamiento de los septos interlobulillares. En estos casos, la distribución de líneas B es generalmente bilateral y, al principio, predomina en las bases. En las fases iniciales, la línea pleural suele estar preservada, pero en fases avanzadas adquiere un aspecto más irregular y fragmentado. En ambos casos, el número de las líneas B no se modifica con el tratamiento diurético a diferencia de la IC^{4,11,12}.

Derrame pleural

La EP es altamente sensible para la detección de derrame pleural (DP), pudiendo detectar volúmenes muy pequeños de apenas 20 mL, a diferencia de la radiografía de tórax que generalmente no detecta volúmenes menores de 150 mL. Para una mejor valoración del DP, se recomienda colocar al paciente en posición semiincorporada, utilizar una sonda convexa o sectorial, iniciando el estudio en el denominado punto PLAPS (*Síndrome alveolar y/o pleural posterolateral*). Este punto se encuentra en la intersección entre la línea mamilar y la axilar posterior, siendo la localización de mayor rendimiento diagnóstico tanto para DP como consolidaciones. Como puntos anatómicos de referencia, se debe observar el diafragma, el hígado (en el lado derecho) o el bazo (en el lado izquierdo) debajo, y el tejido pulmonar inmediatamente por encima del diafragma. En este punto es posible observar el denominado «signo de la cortina», que se produce cuando el pulmón con aireación y expansión normal, en ausencia de DP significativo, obstruye la visión del diafragma y parte superior del abdomen durante la inspiración (**Vídeo 2**).



Vídeo 2. Signo de la cortina. En la parte izquierda se aprecia el bazo. En ausencia de derrame pleural, a veces el diafragma queda oculto por la expansión del pulmón normal. Estudio realizado con sonda sectorial.

La visualización de un espacio anecoico o hipoeicoico por encima del diafragma es diagnóstica de DP. En algunos casos, puede observarse el signo de la espina, que consiste en la visualización de los cuerpos vertebrales en la parte inferior de la imagen debido a la mejor transmisión de los ultrasonidos por la presencia de líquido en el espacio pleural. Dependiendo de la cuantía del DP, se produce una mayor o menor atelectasia compresiva del parénquima pulmonar. Cuando la cuantía del derrame es significativa, podemos observar al pulmón atelectasiado flotando dentro del derrame, con su parte más inferior moviéndose libremente dentro del líquido, lo que se denomina signo de la medusa o signo de la lengua (**Figura 6**)^{11,13,14}.

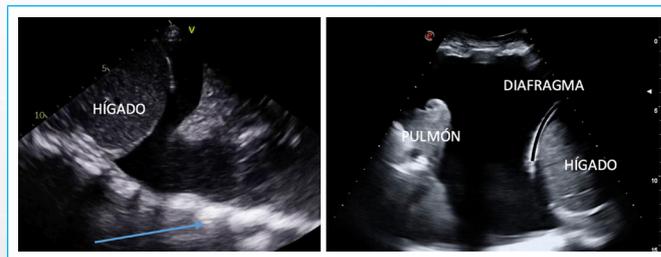


Figura 6. Imagen izquierda: signo de la espina, en la parte inferior de la imagen se aprecia la columna vertebral (flecha). Imagen derecha: signo de la medusa, producido por la atelectasia compresiva del pulmón en relación con un derrame pleural de gran tamaño. La imagen de la izquierda se ha adquirido con una sonda sectorial y la de la derecha con una sonda convexa.

Respecto a la ecogenicidad del derrame, se puede distinguir:

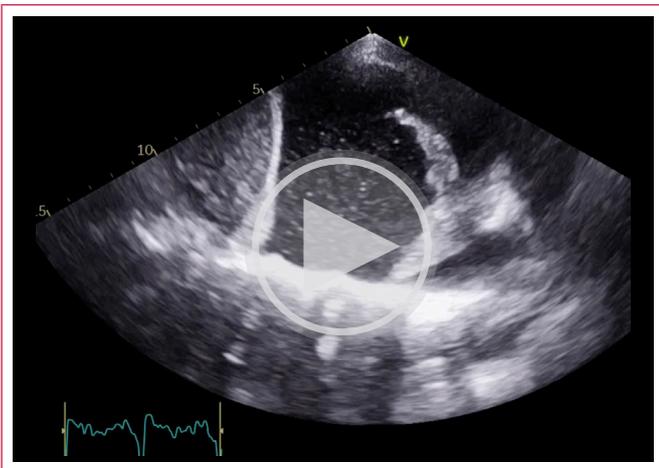
- Derrame simple: espacio anecoico de tamaño variable.
- Derrame complejo no tabicado: aparición de material ecogénico, generalmente puntiforme, en el seno de un derrame anecoico.
- Derrame complejo tabicado: cuando el material ecogénico tiene forma de filamentos o tabiques.
- Derrame ecogénico difuso: presencia de un derrame con ecogenicidad aumentada de manera homogénea.

Aunque la clasificación de un derrame en exudado o trasudado a veces es difícil incluso con criterios de laboratorio, esta distinción es muy útil en términos tanto de actitud diagnóstica como terapéutica y, en este sentido, la EP puede ser una herramienta útil. Así, los trasudados suelen tener un aspecto generalmente anecoico mientras que los exudados pueden presentar una apariencia tanto anecoica como de derrame complejo. En el caso de hemotórax o empiemas, estos tienen una apariencia habitualmente de ecogenicidad difusa (**Vídeo 3**)¹¹.

La cuantificación del DP se puede estimar de manera tanto semicuantitativa, basada en la visualización de estructuras anatómicas y la ocupación de espacios intercostales (**Tabla 3**) o mediante una aproximación cuantitativa (**Figura 7**)^{15,16}.

Grado	Descripción	Marcadores anatómicos	Espacios intercostales
1 mínimo	Limitado al seno costofrénico	Cúpula diafragmática parcialmente visible	Limitado al seno costofrénico
2 leve	Afectación parcial del lóbulo pulmonar inferior	Cúpula diafragmática completamente visible	1
3 leve-medio	Lóbulo inferior parcialmente colapsado	Lóbulo inferior parcialmente atelectásico. Hilio pulmonar no visible	2-3
4 medio	Lóbulo inferior completamente colapsado	Atelectasia del lóbulo inferior. Hilio pulmonar visible	3-4
5 severo	Afectación parcial del lóbulo superior	Atelectasia del lóbulo inferior. Lóbulo superior parcialmente atelectásico	4
6 masivo	Pulmón completamente colapsado	Atelectasia del pulmón completo. Hilio completamente visible	

Tabla 3. Clasificación en la que se muestra una estimación semicuantitativa de la cantidad de derrame pleural, utilizando varias referencias anatómicas y la ocupación de espacios intercostales (escaneo longitudinal, desde la línea axilar posterior).



Video 3. Imagen ecográfica de un exudado pleural. Se aprecia el signo del plancton, correspondiente a las imágenes móviles puntiformes que se mueven dentro del espacio anecoico.

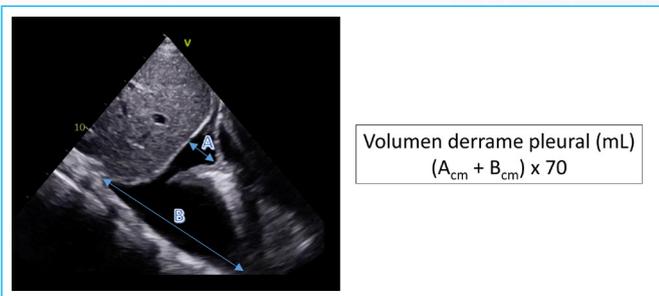


Figura 7. Estimación cuantitativa del derrame pleural. A: distancia entre el vértice de la cúpula diafragmática y la base del pulmón. B: distancia desde la pared torácica hasta la pleura visceral. Imagen tomada al final de la espiración.

Neumotórax

Ante un paciente que consulta por disnea es fundamental realizar el diagnóstico diferencial con otras entidades distintas a la IC. El neumotórax es un diagnóstico que puede poner en riesgo la vida del paciente en pocos minutos y donde la EP puede orientar e incluso llevar al diagnóstico a pie de cama del paciente, lo cual es particularmente relevante en casos de inestabilidad hemodinámica. Los signos ecográficos del neumotórax son:

- **Ausencia de deslizamiento pleural:** la presencia de deslizamiento pleural excluye por sí misma la presencia de neumotórax en la zona explorada, sin embargo, su ausencia no es diagnóstica, ya que puede observarse en otras circunstancias. Si el deslizamiento pleural resulta dudoso en la zona explo-

rada, podemos emplear el modo M para buscar el signo de la estratosfera. El pulso pulmonar (**Figura 8**), que es la transmisión de latido cardíaco a través del pulmón y que se observa como un movimiento vertical de la pleura sincrónico con el latido cardíaco, excluye la presencia de neumotórax y puede ser útil en pacientes con mala mecánica respiratoria.

- **Presencia exclusiva de líneas A y ausencia de líneas B.**
- **Punto pulmonar o lung point:** es el único signo ecográfico patognómico de neumotórax y representa la zona donde ambas pleuras, parietal y visceral, se separan. En este punto se observa la transición entre una zona con deslizamiento pleural normal (zona donde la pleura parietal aún está en contacto con la visceral) y otra contigua sin deslizamiento, que corresponde al área del neumotórax (**Video 4**). Puede ser difícil de visualizar en algunos escenarios o estar ausente en neumotórax masivos con atelectasias completas^{4,11}.

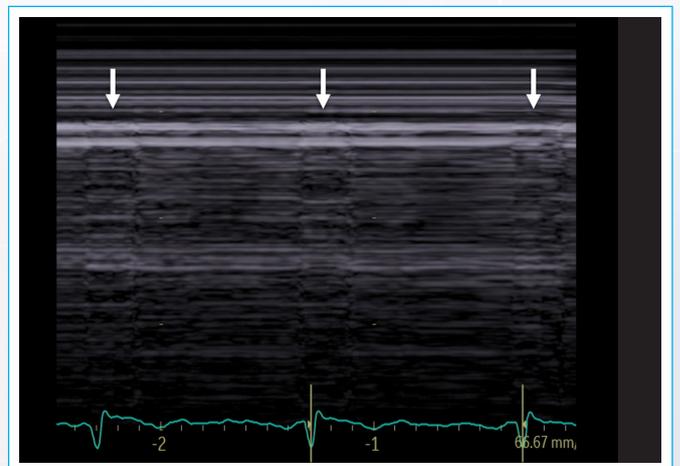
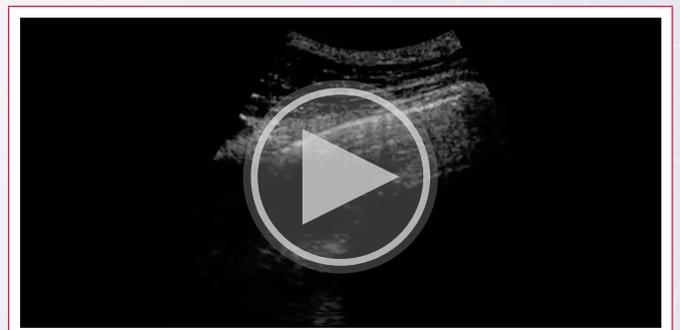


Figura 8. Pulso pulmonar adquirido con sonda sectorial.



Video 4. Punto pulmonar: en la imagen se observa la línea pleural, donde en el lado izquierdo de la imagen vemos deslizamiento, mientras que en el lado derecho no lo hay. Este punto marca la zona de separación entre ambas pleuras debido al neumotórax.

Consolidaciones

La EP es una técnica de superficie, por lo que solo puede visualizar elementos que estén en contacto con la pleura, si bien la mayoría de consolidaciones pulmonares cumplen este criterio. En el paciente adulto, la utilización de la sonda convexa o sectorial se recomienda para la visualización de consolidaciones ya que permite valorar mejor su extensión en profundidad. Por el contrario, en caso de consolidaciones pequeñas de localización subpleural, la sonda lineal es de elección. Las consolidaciones pueden tener distintas etiologías, desde una atelectasia hasta una neumonía, un infarto pulmonar o un tumor.

Cuando se produce una pérdida de aire significativa a nivel pulmonar, emergen imágenes reales debido a que el parénquima pulmonar, al convertirse en una masa sólida, permite la transmisión del ultrasonido, visualizándose de forma similar a un órgano sólido. Esto se denomina «patrón tisular» o hepatización, y es característico de las consolidaciones. Estas imágenes suelen tener un límite anatómico bien definido a nivel pleural, mientras que en profundidad son más irregulares, con la excepción de las consolidaciones pequeñas o cuando existe afectación lobar completa. A veces se puede observar la presencia de broncograma aéreo debido a la presencia de aire atrapado en la vía aérea, el cual se visualiza en forma de burbujas de aspecto lenticular o lineal, dependiendo de cómo atraviese el ultrasonido. Este hallazgo, cuando adquiere un aspecto dinámico, es altamente sugestivo de neumonía en detrimento de la atelectasia. Cuando este espacio se ocupa por líquido se visualiza el denominado broncograma fluido^{11,14}.

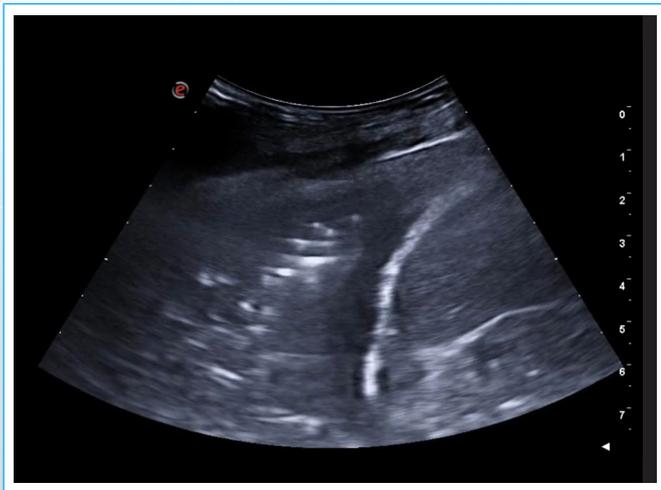


Figura 9. Consolidación pulmonar con broncograma aéreo y ligero derrame pleural asociado visualizado en el punto PLAPS.

Abordaje del paciente con insuficiencia respiratoria aguda

Como se ha expuesto previamente, una de las indicaciones más importantes de la EP es el diagnóstico diferencial de las principales entidades causantes de insuficiencia respiratoria aguda. Además de su rapidez para el abordaje diagnóstico en comparación con los métodos tradicionales, presenta una excelente correlación con el escáner en la mayoría de casos¹⁷.

Los hallazgos de la EP siempre deben ser interpretados en un contexto clínico y como un complemento a la anamnesis y la exploración física, no debiendo sustituir a otras herramientas cuando estas sean necesarias. Para mejorar el rendimiento diagnóstico, las imágenes de la EP pueden integrarse con la

información aportada por el ecocardiograma y la ecografía venosa de miembros inferiores, los cuales pueden realizarse al mismo tiempo si el operador está adecuadamente formado. La combinación de estas tres técnicas ha demostrado ser al menos tan precisa como las técnicas tradicionales para la valoración de las diferentes condiciones que se presentan como disnea o insuficiencia respiratoria: IC, DP, neumonías o consolidaciones, distrés respiratorio, neumotórax, tromboembolismo pulmonar, enfermedades pulmonares parenquimatosas como la EPOC o el enfisema, el asma, enfermedades intersticiales o fibrosis pulmonar y la parálisis diafragmática. En la **Tabla 4** se resumen las principales características de cada una de estas situaciones.

Uno de los protocolos más utilizados en el abordaje de la insuficiencia respiratoria aguda es el protocolo BLUE (*Bedside Lung Ultrasound in Emergency*), descrito en 2008 por el grupo de Lichtenstein, el cual tiene una precisión diagnóstica superior al 90%¹⁸.

Este protocolo define tres puntos de exploración en cada hemitórax: dos en el tórax anterior y uno en el posterior. El punto BLUE superior se sitúa en el segundo espacio intercostal a nivel de la línea medioclavicular, el punto BLUE inferior en el quinto o sexto espacio intercostal en la línea clavicular lateral y el punto PLAPS se localiza moviendo la sonda desde el punto BLUE inferior hacia la línea axilar posterior.

Patrones diagnósticos de protocolo BLUE (Figura 10):

- **Patrón A:** identifica en la parte anterior del tórax el deslizamiento pleural con la presencia de líneas A. Se corresponde con un patrón de pulmón normal (aireado) y excluye cualquier entidad asociada al síndrome intersticial.
- **Patrón A':** presencia de líneas A en ausencia de deslizamiento pleural. En combinación con el punto pulmonar, es diagnóstico de neumotórax.
- **Patrón B:** se define como deslizamiento pleural en presencia de líneas B en el tórax anterior. Normalmente se asocia con edema pulmonar por IC. El patrón B de la EP puede detectar la congestión pulmonar incluso antes de que aparezca la clínica, identificando el origen cardiológico de la disnea con una sensibilidad y especificidad superior a la radiografía de tórax y a los péptidos natriuréticos, siempre en un contexto clínico adecuado. Además, tiene un valor predictivo negativo cercano al 100% para excluir IC en caso de no encontrar los hallazgos típicos.
- **Patrón B':** presencia de líneas B en el plano anterior con un deslizamiento pleural ausente o disminuido, indica un proceso inflamatorio como neumonía o distrés.
- **Patrón A/B:** la presencia de líneas B de forma unilateral. Esta asimetría se asocia generalmente a neumonía.
- **Patrón C:** identificación de una o más consolidaciones en el plano anterior, asociadas a engrosamiento de la línea pleural y disminución del deslizamiento. Se asocia a neumonía.
- **Patrón A-no V-PLAPS:** engloba un patrón A (normal) en campos anteriores, que no asocia trombosis venosa profunda (TVP), pero que si tiene un patrón de afectación alveolar o DP en el punto posterolateral. Se asocia a neumonía.
- **Patrón A-TVP:** se define como un pulmón normal en presencia de TVP en miembros inferiores. Es compatible con tromboembolismo pulmonar agudo.
- **Patrón nude:** se corresponde con un patrón A en campos anteriores, que no asocia TVP ni alteraciones en PLAPS. En caso de insuficiencia respiratoria aguda, suele asociarse al asma o EPOC.

Utilidad de la ecografía pulmonar para la monitorización en la insuficiencia cardíaca aguda

La información aportada por la EP tiene un gran valor para los cardiólogos, debido a la información pronóstica y terapéutica que ofrece el líquido extravascular pulmonar en los pacientes con IC. La EP permite detectar y monitorizar de

	Características presentes	Patrón BLUE	Otras
	Características ausentes		
Pulmón sano	• Línea pleural fina, homogénea + presencia de deslizamiento pleural + líneas A	A	
	• Síndrome intersticial (líneas B), derrame pleural etc		
Insuficiencia cardíaca aguda	• Presencia de deslizamiento pleural + síndrome intersticial: > 3 líneas B por campo (distribución bilateral de predominio en zonas declives, homogénea y simétrica)	B	Suele asociar derrame pleural Gran valor predictivo negativo para el diagnóstico de ICA
	• Líneas A		
Derrame pleural	• Separación de ambas pleuras + ocupación del espacio pleural por líquido	PLAPS	La ecogenicidad del líquido orienta al origen
	• Puede asociar atelectasia pasiva del pulmón (signo de la medusa en 2D o signo del sinusoides en modo M)		
Neumonía o consolidaciones	• Fragmentación e irregularidad (engrosamiento) de la línea pleural + ↓ o ausencia del deslizamiento pleural + síndrome intersticial: > 3 líneas B por campo (distribución heterogénea, parcheada)	B' A/B C A - NoV - PLAPS	Mínimo derrame pleural Para el diagnóstico diferencial con ICA combinar con ETT
	• Consolidaciones subpleurales: hepatización del pulmón (bordes irregulares) + broncograma aéreo		
Distrés respiratorio	• Fragmentación e irregularidad (engrosamiento) de la línea pleural + ↓ o ausencia del deslizamiento pleural + síndrome intersticial: > 3 líneas B por campo (distribución heterogénea y parcheada)	B'	Mínimo derrame pleural Para el diagnóstico diferencial con ICA combinar con ETT
	• Líneas A		
Neumotórax	• Ausencia o ↓ del deslizamiento pulmonar	A'	Si existe enfisema subcutáneo por el NTX pueden observarse líneas E (líneas verticales hiperecogénicas desde el inicio de la sonda)
	• Presencia de líneas A		
Tromboembolismo pulmonar agudo	• Cara anterior: normal (presencia de deslizamiento pleural + líneas A)	A + TVP	Combinar con: • Ecografía venosa de MMII (trombosis venosa) • ETT (sobrecarga de VD +/- trombo en tránsito)
	• Cara posterior: lesiones isquémicas del parénquima periférico (lesiones hipocogénicas triangulares con base en pleura) +/- derrame pleural		
EPOC / asma	• Disminución del deslizamiento pleural (por enfisema o bullas) + líneas A	A - No V - No PLAPS (nude)	
	• Líneas B		
Fibrosis pulmonar	• Grosor ↑ (signo más sensible) e irregularidad de la línea pleural + síndrome intersticial: > 3 líneas B por campo (distribución heterogénea de predominio en bases sin relación con la gravedad y que NO aumentan con el esfuerzo ni un test de volumen)	B'	Para el diagnóstico diferencial con ICA combinar con ETT
	• Líneas A		
Parálisis diafragmática	• Estudio del movimiento diafragmático con sonda convexa. En decúbito supino, ventana subcostal (modo M)	No aplica	Útil para valorar parálisis diafragmática, disfunción postquirúrgica

ICA: insuficiencia cardíaca aguda; ETT: ecocardiograma transtorácico; NTX: neumotórax; TVP: trombosis venosa profunda; MMII: miembros inferiores; VD: ventrículo derecho; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Tabla 4. Patrones ecográficos en las principales causas de insuficiencia respiratoria aguda.

forma inmediata la congestión pulmonar y el DP, siendo más precisa y reproducible que la exploración física y la radiografía de tórax. La cuantificación de la congestión pulmonar se basa en detectar y cuantificar el número de líneas B por cada campo explorado. Los cambios en el número de líneas B son muy rápidos (aparecen con el esfuerzo o con una prueba de volumen) y desaparecen rápidamente como respuesta al tratamiento diurético, lo que resalta la utilidad de la EP en la monitorización de la respuesta diurética. La evaluación y monitorización del DP mediante EP permite realizar un seguimiento de la respuesta al tratamiento a través de la valoración semicuantitativa del mismo.

En los pacientes con IC bajo tratamiento diurético previo al alta hospitalaria o durante el seguimiento ambulatorio, la persistencia del patrón B o DP en la EP es un predictor robusto de rehospitalización por IC, peor calidad de vida y mortalidad. Actualmente, existen estudios en curso que buscan determinar si la presencia del patrón B en estos pacientes es suficiente, por sí sola, para intensificar el tratamiento diurético.

Por otro lado, basándose en este mismo principio de la aparición del patrón B como indicativo de congestión pulmonar, la EP tiene cada vez mayor utilidad en la detección de líneas B en el posesfuerzo inmediato durante la

ecografía de esfuerzo, como marcador de congestión pulmonar por IC como causa de la disnea de esfuerzo.

Finalmente, si se considera que la valoración de la congestión pulmonar es una parte imprescindible de la exploración rutinaria del cardiólogo a sus pa-

cientes con IC y que la mejor prueba para ello es precisamente la EP, cada vez existe una mayor tendencia a integrar la EP como una parte añadida y rutinaria del ecocardiograma, añadiendo solo dos minutos más a la exploración, aportando una mayor capacidad para la detección de la congestión pulmonar (Figura 11)^{1,3}.

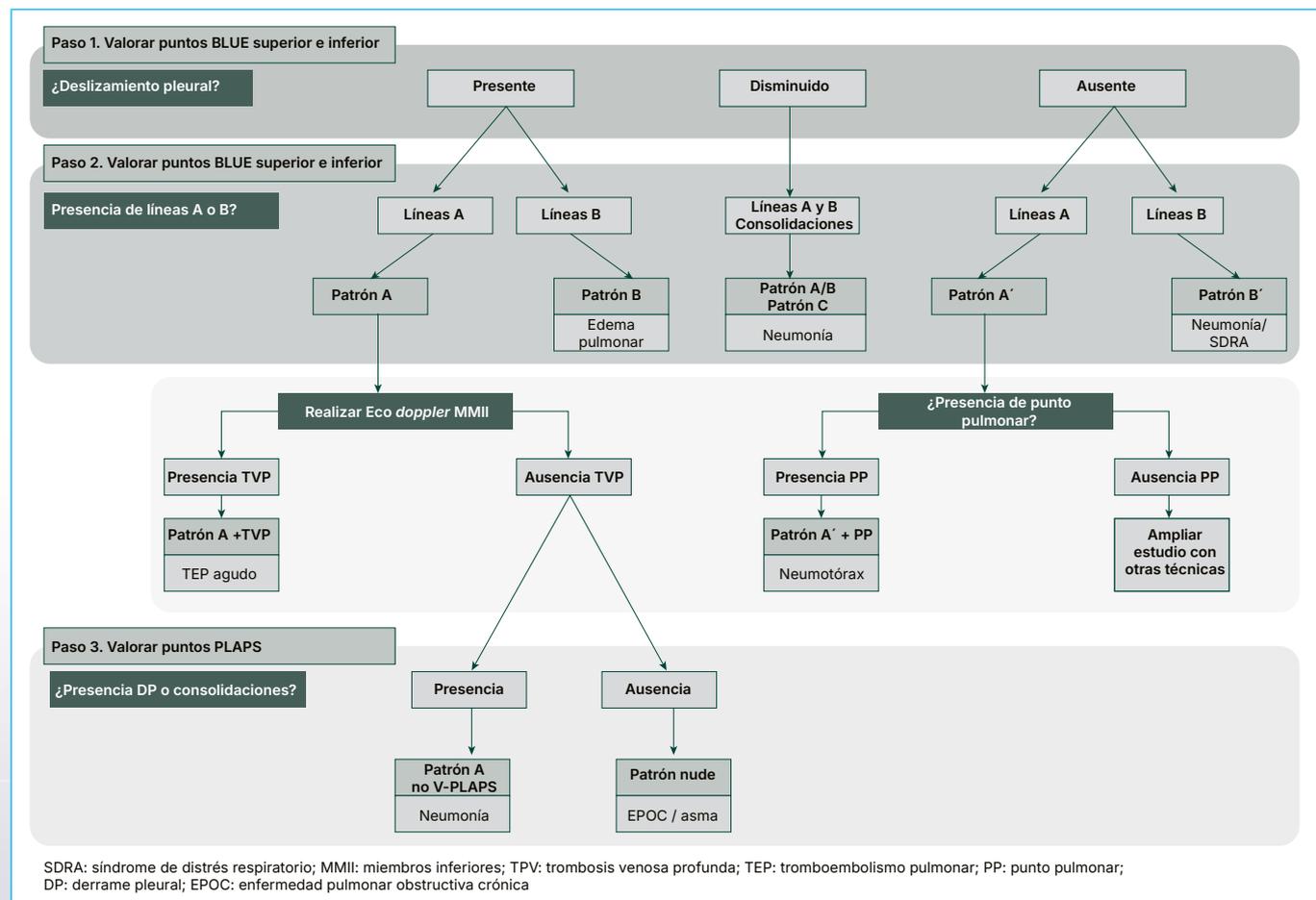


Figura 10. Algoritmo diagnóstico del protocolo BLUE.

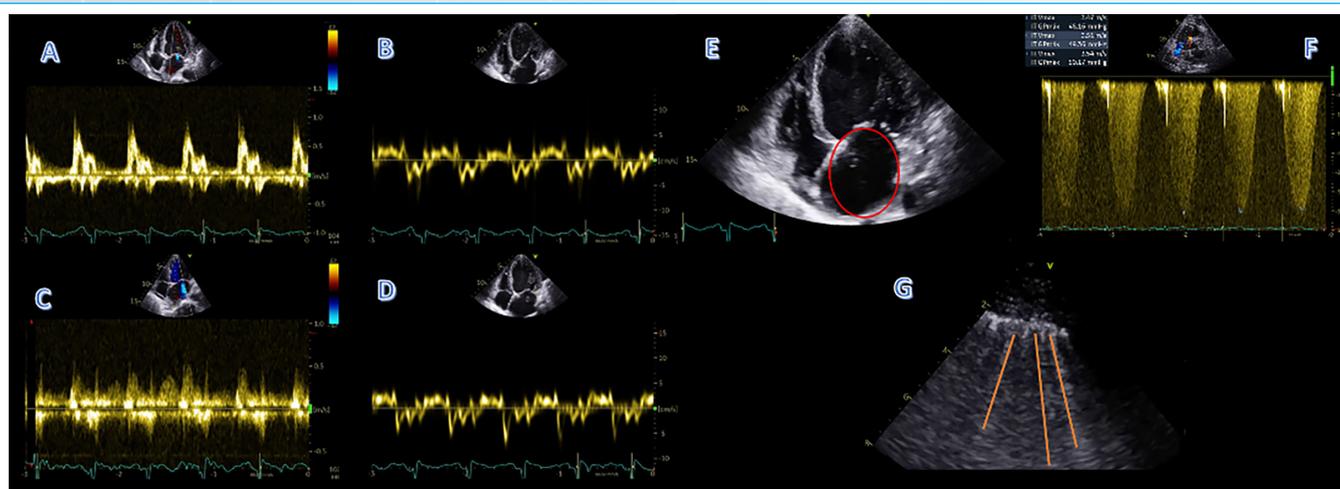


Figura 11. Varón de 49 años que acude al servicio de Urgencias por disnea. En los hallazgos ecocardiográficos destaca patrón de llenado mitral restrictivo (A), junto con velocidades disminuidas en las ondas e' septal y lateral del DTI mitral, y una relación E/e' 20 (B, D), así como predominio diastólico en el flujo venoso pulmonar (C). Además, presentaba importante dilatación de aurícula izquierda y una FEVI disminuida (E), junto con valores de presión sistólica de arteria pulmonar elevados (F). En la EP presentaba numerosas líneas B en ambos hemitórax (G). Todo ello diagnóstico de edema pulmonar, con presiones de llenado de aurícula izquierda muy elevadas, en el contexto de IC aguda.

Ideas para recordar

- La ecografía pulmonar es una técnica cada vez más accesible para los profesionales sanitarios que proporciona una valiosa información a pie de cama del paciente.
- A diferencia de la ecocardiografía, la curva de aprendizaje de la ecografía pulmonar es relativamente corta.
- En el ámbito de la cardiología, la ecografía pulmonar está consolidándose como una herramienta clave tanto para el diagnóstico como para el seguimiento de los pacientes con insuficiencia cardíaca.

Fuente de financiación:

Los autores declaran que no existió ningún tipo de financiación.

Conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen relaciones de interés comercial o personal dentro del marco de la investigación que condujo a la producción del artículo.

Bibliografía

- Gargani L, Girerd N, Platz E, *et al.* Lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023 Nov 23;24(12):1569-1582. doi: <https://doi.org/10.1093/ehjci/jead169>
- Lichtenstein D, Mezière G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med.* 1998 Dec;24(12):1331-4. doi: <https://doi.org/10.1007/s001340050771>
- Picano E, Scali MC, Ciampi Q, *et al.* Lung Ultrasound for the Cardiologist. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2018 Nov;11(11):1692-1705. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.06.023>
- Hirschhaut Schor E, Delgado Mosquera CJ, Cortéz Montero MG, *et al.* Ecografía pulmonar: un nuevo abordaje para cardiólogos. *Rev Ecocardiogr Pract OTRAS Teclmag Card (RETIC)* 2018 (1); 2: 1-7 doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v1n2a2>
- Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound.* 2011 Feb 27;9:6. doi: <https://doi.org/10.1186/1476-7120-9-6>
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, *et al.* International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012 Apr;38(4):577-91. doi: <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2513-4>
- Gargani L, Volpicelli G. Hoy I doi it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound.* 2014 Jul 4;12:25. doi: 10.1186/1476-7120-12-25. doi: <https://doi.org/10.1186/1476-7120-12-25>
- Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion. *Eur Heart J.* 2016 Jul 14;37(27):2097-104. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw164>
- Price S, Platz E, Cullen L, *et al.* Expert consensus document: Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure. *Nat Rev Cardiol.* 2017 Jul;14(7):427-440. doi: <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.56>
- Picano E, Frassi F, Agricola E, *et al.* Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006 Mar;19(3):356-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.05.019>
- Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, *et al.* Utility of the lung ultrasound in the intensive medicine unit. *Med Intensiva.* 2010 Dec;34(9):620-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.medin.2010.04.004>
- Gargani L, Soliman-Aboumarie H, Volpicelli G, *et al.* Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2020 Sep 1;21(9):941-948. doi: <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa163>
- Hendin A, Koenig S, Millington SJ. Better With Ultrasound: Thoracic Ultrasound. *Chest.* 2020 Nov;158(5):2082-2089. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.052>
- Buda N, Mendrala K, Skocznyński S, Pasquier M, *et al.* Basics of Point-of-Care Lung Ultrasonography. *N Engl J Med.* 2023 Nov 23;389(21):e44. doi: <https://doi.org/10.1056/NEJMvcm2108203>
- Hassan M, Rizk R, Essam H, *et al.* Validation of equations for pleural effusion volume estimation by ultrasonography. *J Ultrasound.* 2017;20:267-271. doi: <https://doi.org/10.1007/s40477-017-0266-1>
- Zanforlin A, Giannuzzi R, Nardini S, *et al.* The role of chest ultrasonography in the management of respiratory diseases: document I. *Multidiscip Respir Med.* 2013 Aug 9;8(1):54. doi: <https://doi.org/10.1186/2049-6958-8-55>
- Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care.* 2014 Jun;20(3):315-22. doi: <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000096>
- Lichtenstein DA, Maziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest.* 2008 Jul;134(1):117-25. doi: <https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>