



Artículo de revisión

Utilidad de la ecografía pulmonar en cardiología

Usefulness of lung ultrasound in cardiology

Denia Bonilla Padrón,¹ Liliam Gretel Cisneros Sánchez²

¹Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana, Cuba. Hospital General Docente “Enrique Cabrera Cossío”. La Habana, Cuba

Resumen

Introducción: La ecografía pulmonar es una técnica diagnóstica con aplicaciones en varias especialidades médicas. La cuantificación de las líneas B por esta herramienta refleja la presencia de un síndrome intersticial que puede ser causado por congestión, inflamación o fibrosis. La integración con los datos clínicos y su asociación al ecocardiograma permiten al médico identificar los factores etiológicos subyacentes con mayor certeza. **Objetivos:** Describir la ejecución de la ecografía pulmonar, los signos más importantes en su exploración y los patrones ecográficos fundamentales; así como puntualizar las principales aplicaciones y resaltar su utilidad en la práctica clínica cardiológica. **Métodos:** Se realizó una revisión de la información publicada en bases de datos como PubMed y SciELO, mediante el empleo de palabras clave y términos MeSh. **Conclusiones:** La ecografía pulmonar constituye una técnica sencilla, de fácil realización, que fortalece el proceder clínico diario en diferentes especialidades. Su aplicación es fundamental como método complementario en cardiología; por lo que extender su empleo y explorar su utilidad a través de una ecografía cardiopulmonar integrada en los diferentes escenarios, permite optimizar el manejo de pacientes con cardiopatías agudas y crónicas.

Palabras Clave: ecografía pulmonar; pulmón; edema pulmonar; cardiología.

Abstract

Introduction: Lung ultrasound is a diagnostic technique used in several medical specialties. Quantification of B-lines with this tool indicates the presence of an interstitial syndrome, which may be caused by congestion, inflammation, or fibrosis. Its integration with clinical data and its association with the echocardiogram allow physicians to identify the underlying etiological factors more accurately. **Objectives:** To describe the performance of lung ultrasound, the most important signs during examination, and the main sonographic features; and to highlight the main applications and benefits of this technique in clinical cardiology practice. **Methods:** A review of information published in databases such as PubMed and SciELO using keywords and MeSH terms was conducted. **Conclusions:** Lung ultrasound is a simple, easy-to-perform technique that enhances the daily clinical procedures in different medical specialties. Its application is fundamental as a complementary diagnostic method in cardiology. Therefore, extending its use and exploring its usefulness through a holistic cardiopulmonary ultrasound in different scenarios allows optimizing the management of patients with acute and chronic heart diseases.

Key Words: lung ultrasound; lung; pulmonary edema; cardiology.

Introducción

La ecografía pulmonar (EP) es una técnica diagnóstica con aplicaciones en varias especialidades médicas. Hasta hace pocos años se afirmaba que los ecos transmitidos por ultrasonidos no reflejaban ninguna estructura por la imposición del aire.^(1,2) En la actualidad, se puede afirmar que la EP es una herramienta muy valiosa que ha crecido dentro de la ecografía y ha cambiado la forma de interpretar a los pacientes y el actuar dentro de varias especialidades médicas, incluyendo la cardiología.⁽³⁾

Daniel Lichtenstein, médico francés, fue uno de los primeros en destacar las aplicaciones de la EP en diferentes enfermedades

pleuropulmonares; dentro de ellas, la evaluación del síndrome alveolo intersticial (SAI), presente en la insuficiencia cardíaca aguda (ICA), mediante la apreciación de los cometas pulmonares.⁽⁴⁾ Posteriormente estos signos fueron estudiados por Jambrik y otros en el año 2004, al describir la relación entre la cuantificación de líneas B (denominadas cometas) y el edema pulmonar.⁽⁵⁾

La Sociedad Europea de Cardiología (SEC) en el 2010 en el artículo “Abordaje y clasificación de la congestión pulmonar en la insuficiencia cardíaca aguda,” integra la EP en las guías cardiológicas por primera vez.⁽⁶⁾ Este documento señala en directrices futuras al ultrasonido pulmonar como una forma de “evaluar la congestión pulmonar a través de los cometas pulmonares”. Más adelante, en el 2012, en el documento “Recomendaciones de la EP en el punto de atención”, Volpicelli y un conjunto de expertos (en total 28)

revisaron más de 300 trabajos de referencias relacionados con la EP y plantearon los niveles de recomendación basados en la evidencia de su uso. Concluyen que en general, esta técnica se impone como complemento superior a la radiografía en varios escenarios y resulta equiparable a la tomografía en la mayor parte de patologías pleuropulmonares.⁽⁷⁾

En el año 2016, la SEC incluye a la EP, con un nivel de recomendación clase 2b, para confirmar la presencia de congestión pulmonar y derrame pleural en pacientes con ICA, reflejada en la guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica.⁽⁸⁾ Más adelante, en el 2017, en el consenso “Ecocardiografía y ultrasonido pulmonar en el abordaje y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda” de la SEC, se plantea que la EP es un complemento indispensable de la ecocardiografía.⁽⁹⁾ La utilización cada vez más pronunciada de la EP por varias especialidades ha permitido la realización de consensos en determinadas áreas de la medicina, como son las “Recomendaciones para la ecografía pulmonar en medicina interna”, publicadas en el año 2020.⁽¹⁰⁾

El 2020 quedará marcado por la crisis sanitaria que ha costado cientos de miles de vidas en el mundo entero. La afectación pulmonar por la COVID-19 muestra un amplio espectro de alteraciones ecográficas evolutivas, por lo que su aplicación es útil en diferentes escenarios. Según Giovanni Volpicelli, quien lideró el Consenso Internacional de Expertos en Ecografía Pulmonar, la EP es una herramienta sólida de diagnóstico, descarte y seguimiento para los pacientes con COVID-19 y con varias comorbilidades, incluyendo las enfermedades cardiovasculares.⁽¹¹⁾

Con fundamento en las publicaciones actuales se propone en los textos especializados la realización de la ecografía cardiopulmonar como una herramienta más exacta para el cardiólogo, basado fundamentalmente en el patrón intersticial y su aplicación en diferentes escenarios clínicos como, por ejemplo, el abordaje a los pacientes con disnea súbita o en consulta externa, para el diagnóstico y pronóstico del síndrome de insuficiencia cardíaca, entre otras aplicaciones.^(5,7)

Teniendo en cuenta los elementos planteados anteriormente, se decidió realizar la siguiente revisión documental con los **objetivos** de describir la ejecución de la EP, los signos más importantes en su exploración y los patrones ecográficos fundamentales; así como puntualizar en sus principales aplicaciones y hacer resaltar su utilidad en la práctica clínica cardiológica.

Método

Se realizó una revisión de los artículos publicados en algunas bases de datos como PubMed, Medline, SciELO, Lilacs y Cumed. Se definieron las siguientes palabras clave para la búsqueda: ecografía pulmonar; pulmón; edema pulmonar; cardiología. De los artículos consultados, fueron seleccionados 54 entre idioma inglés y español, con un total de 26 artículos originales, 22 revisiones, cuatro guías de prácticas clínicas y dos metaanálisis. En el proceso de revisión se tuvieron en cuenta aquellos artículos publicados en revistas nacionales e internacionales de alto impacto científico como las provenientes del Colegio Americano de Cardiología (ACC, por sus siglas en inglés), de la Sociedad Europea de Cardiología (ECS, por sus siglas en inglés), entre otras. Se escogieron aquellos que exponían conceptos básicos, la técnica de realización, los hallazgos ecográficos y evidencia sobre el uso de esta herramienta en diferentes escenarios clínicos, con énfasis en la especialidad de cardiología.

Ecografía pulmonar

Los ultrasonidos (US) son ondas de alta frecuencia emitidas, que son reflejadas sobre las diferentes superficies de las estructuras del cuerpo humano y, en dependencia de las características de los órganos, la energía es absorbida.⁽²⁾ En condiciones normales o anormales, el parénquima pulmonar presenta cierta cantidad de fluidos fisiológicos o patológicos respectivamente, que crean artefactos en la interface aire-líquido. La interpretación de estos artefactos es lo que permite realizar la EP.^(3,12)

El examen de EP se puede realizar en todo el tórax, utilizando diferentes cortes con la sonda del US entre los espacios intercostales y evitando las costillas; por lo que puede colocarse en dirección longitudinal, vertical y oblicua.⁽⁷⁾

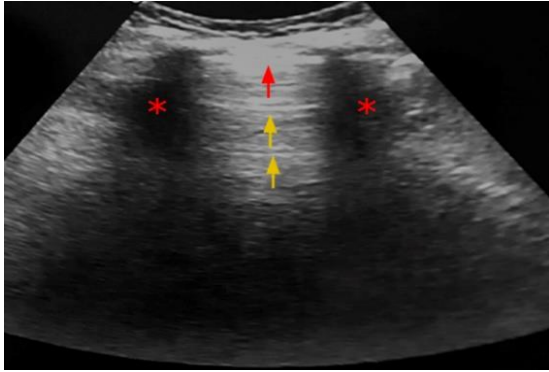
Es posible utilizar diferentes transductores, convexos, lineales, de alta y baja frecuencia.⁽¹²⁾ Los transductores de alta frecuencia son mejores para la evaluación de la pleura y zonas subpleurales; mientras que los de baja frecuencia son mejores para los derrames porque pueden visualizarse zonas más profundas; sin embargo, se pierden datos sobre la pleura, por lo que se prefieren los de frecuencia intermedia.⁽²⁾ En un estudio observacional transversal realizado por Ketelaars y otros,⁽¹³⁾ donde se compararon tres tipos de transductores de US en el diagnóstico de neumotórax, no se encontraron diferencias en la efectividad de detectar o excluir entre un transductor de matriz lineal de alta frecuencia, una matriz curva y una sectorial.

El cardiólogo puede utilizar el mismo transductor de ecocardiografía, con la misma orientación y especificaciones de la pantalla. Para la exploración pulmonar existen diferentes abordajes descritos. Lo recomendado en la literatura es realizar un abordaje según los diferentes entornos y situaciones clínicas, según los principios fundamentales de lo que actualmente se conoce como “ecografía en el punto de atención”.⁽³⁾ La ecografía de tórax anterior y lateral se obtiene en el hemitórax derecho e izquierdo, del segundo al cuarto (del lado derecho al quinto) espacios intercostales y de la línea paraesternal a la axilar posterior. La única limitación real es cuando el US debe extenderse a la parte dorsal del tórax de un paciente acostado, que está intubado o no puede moverse; en esta situación el uso de pequeñas sondas puede permitir mejor resultado.⁽⁵⁾ El examen de ocho zonas consiste en explorar cuatro áreas del tórax por cada lado, las áreas 1 y 2 denotan el tórax anterior superior y anterior inferior, mientras que las áreas 3 y 4 denotan el tórax lateral superior y lateral inferior, respectivamente.^(14,15,16)

La elección del abordaje de la EP se debe corresponder con las características clínicas que presenta el paciente. El examen de 8 zonas, descrito previamente, es el refrendado en las “Recomendaciones internacionales basadas en evidencia para la ecografía pulmonar”,⁽⁷⁾ en el contexto de evaluación del SAI, aunque, en un paciente con insuficiencia respiratoria aguda, una exploración anterior de dos regiones es más rápida y puede ser suficiente para descartarlo.⁽¹⁵⁾ Por otro lado, en los casos de pacientes crónicos, se han propuesto diferentes enfoques, entre ellos, esquemas con 28 regiones y más.⁽¹⁶⁾

Un patrón ultrasonográfico pulmonar normal (fig. 1) está constituido, en modo B, por la presencia de deslizamiento pleural y líneas A, se puede observar el signo de la cortina, algunas aisladas líneas B y en modo M por la presencia del signo de la orilla de playa.⁽⁷⁾

Fig. 1 – Patrón normal por EP



Leyenda: flecha roja = línea pleural; flechas amarillas = líneas A; asteriscos rojos = sombra de las costillas
Fuente: Tomada por los autores

Cuando el transductor se coloca de manera perpendicular a las costillas, se obtiene una imagen típica conocida como signo de murciélago (transductor convexo) o signo del avestruz, si se utiliza un transductor lineal. La línea hiperecogénica entre las dos costillas es la interface pleural. (9) Con transductores de alta frecuencia y gran resolución a poca profundidad se puede observar la línea pleural dividida en dos capas, de unos 2 mm de anchura y de aspecto regular, separadas entre sí por el espacio pleural. Sin embargo, con los transductores que se utilizan habitualmente (de 3-5 MHz), el sectorial empleado por los cardiólogos o el convexo en la ecografía abdominal, la línea es única y representa la superficie de unión pleuropulmonar. (3,12) Con el uso del modo B y el modo M se puede identificar otro artefacto vertical que se conoce como pulso pulmonar, el cual es un movimiento normal inducido por los movimientos del corazón. (17)

Deslizamiento pleural

La línea pleural, conformada por la pleura parietal y visceral, realiza desplazamientos cráneo-caudales durante la respiración; este desplazamiento muestra un aspecto chispeante y abrillantado denominado "signo del deslizamiento". (17) Una imagen en modo M que utiliza una sola línea de escaneo para mostrar el movimiento en función del tiempo, revelará el signo de la orilla de playa (fig. 2); las estructuras anatómicas por encima de la pleura generan líneas rectas horizontales, mientras que habrá una apariencia arenosa debajo de la línea pleural, creada por el movimiento del deslizamiento pulmonar. (11)

Para que se produzca el desplazamiento entre las pleuras y, por tanto, el signo del deslizamiento, se requieren tres condiciones: que las pleuras contacten, que el paciente respire y que no haya obstáculos para el deslizamiento entre ellas; de tal manera que si alguna de estas condiciones no se cumple (como, por ejemplo, ocurre durante la apnea), desaparece el signo del deslizamiento y el signo de la orilla de playa. (3) Lo anterior explica que la identificación del deslizamiento pleural es el artefacto más común para la exclusión de neumotórax; así como la confirmación de intubación endotraqueal. (4,12)

Fig. 2 – Signo de orilla de playa



Fuente: Tomada por los autores

Líneas A

El aire debajo de la línea pleural refleja la mayoría de las ondas de US de vuelta al transductor. Este es, en sí mismo, un reflector; lo que significa que las ondas "rebotan" entre la pleura y el transductor y se generan artefactos de reverberación llamados líneas A. Estas líneas se observan de forma horizontal debajo de la pleura con la misma distancia entre ellas que la distancia que hay entre el transductor y la línea pleural; por ende, representan la ocupación de este espacio por aire. (12)

Líneas B

Cuando el aire decrece en los pulmones por la presencia de exudados, trasudados, colágeno, sangre, etcétera, la discordancia acústica entre el pulmón y los tejidos blandos permite que el haz de US pueda ser reflejado en las zonas más profundas y repetidamente, lo que crea un fenómeno de reverberaciones y artefactos conocidas como líneas B. (4) Denominadas anteriormente colas de cometas o cometas pulmonares, (3,7) se observan como líneas verticales, discretas, en forma de láser, hiperecogénicas, que se originan de la pleura visceral y alcanzan el fondo de la pantalla. Estas líneas B borran las líneas A por donde pasan y hasta tres son consideradas normales; presentan un movimiento sincrónico con la respiración y el deslizamiento pleural. A medida que se incrementa en número decrece el aire contenido en el parénquima y aumenta la densidad pulmonar. (4) Otro signo descrito es el denominado signo de la cortina, observado en los ángulos costofrénicos. Representa un pulmón aireado normal que cubre parcialmente estructuras abdominales, incluyendo el diafragma. (18)

Hirschhaut Schor y otros (19) plantean en un artículo de revisión que el cardiólogo debe reconocer cuatro patrones ecográficos de manera general. Cada patrón indica el grado de aireación del espacio pleuropulmonar y representa una relación aire-líquido diferente.

1. Patrón de pulmón aireado/seco.
2. Patrón intersticial o de pulmón húmedo.
3. Patrón de derrame pleural.
4. Patrón de consolidación.

1. Patrón de pulmón aireado/seco

Se observa en un pulmón normal, compuesto por un 99 % de aire. Este patrón corresponde a pulmones normales o con patologías con atrapamiento aéreo como la enfermedad pulmonar obstructiva

crónica (EPOC) y el asma bronquial. Por tanto, la identificación de los signos encontrados en un pulmón con aireación normal es vital para diferenciarlo de otras enfermedades que cursan con un patrón aireado/seco como el neumotórax.⁽²⁰⁾

2. Patrón de pulmón húmedo, patrón intersticial o SAI

Se presenta con aireación de un 95-97 % (3-5 % de líquido) y se caracteriza por la presencia de líneas *B*. Inicialmente fue propuesto que las líneas *B* se originaban por el engrosamiento del septo interlobulillar por el edema, pero debido a diferentes modelos biofisiológicos desarrollados *in vitro*, se ha sugerido que las líneas *B* no se originan de estructuras anatómicas, sino de reflejos de las interfaces de aires y fluidos entre alvéolos llenos de líquidos y alvéolos aireados; por lo tanto las líneas *B* corresponden a la progresiva pérdida del aire del tejido pulmonar con incremento de líquidos o fluidos.⁽²⁰⁾

La cuantificación del patrón intersticial se puede realizar usando índices semicuantitativos o cualitativos.⁽²¹⁾ Se pueden usar diferentes parámetros, como el número de líneas *B* por espacio intercostal, la densidad del espacio subpleural en tonos de grises (negro, blanco y negro o blanco) o la separación de líneas *B* a nivel de la línea pleural.⁽²²⁾

Una región positiva se define por la presencia de tres o más líneas *B* en un plano longitudinal entre los espacios intercostales y, en la evaluación del síndrome intersticial, se sugiere un examen positivo en dos o más regiones positivas bilateralmente.⁽⁷⁾

Según la distancia en la pleura entre las líneas *B*, se puede diferenciar la localización del edema. Las líneas *B* separadas entre sí alrededor de 7 mm a nivel de la línea pleural, se denominan líneas *B*₇, mientras que las líneas *B*₃ se distancian 3 mm.^(21,23) Otros autores plantean que es recomendable utilizar la separación de líneas *B* en términos cualitativos:⁽²²⁾

- Líneas *B* separadas, cuando se pueden individualizar de forma clara. Patrón de pulmón negro.
- Líneas *B* juntas o agrupadas, cuando están cercanas unas a otras. Patrón de pulmón negro y blanco.
- Líneas *B* confluentes o coalescentes, cuando se superponen y no se pueden individualizar y dan un aspecto blanquecino al espacio subpleural, también llamado patrón de pulmón blanco.

Los parámetros correspondientes al pulmón negro y blanco, con las líneas *B*₇ o líneas *B* separadas, se han correlacionado fisiopatológicamente con el edema intersticial; mientras que el pulmón blanco y las líneas *B* coalescentes o confluentes se correlacionan con el edema alveolar, el patrón de vidrio esmerilado en la tomografía de tórax y un severo grado de afectación intersticio-alveolar.^(3,6,19)

Una vez cuantificadas las líneas *B*, es necesario su caracterización ya que permite un mejor diagnóstico. Para ello se utilizan cuatro parámetros fundamentalmente:^(7,23)

Clasificación

- Difuso: Dos o más regiones afectadas.
- Focal: Una sola región afectada.

Extensión:

- Unilateral: Un hemitórax.
- Bilateral: Ambos hemitórax.

Distribución:

- Homogénea: El mismo patrón en todas las regiones.
- Heterogénea: Patrones diferentes.

Aspecto de la línea pleural:

- Normal: Lisa, delgada, desliza.
- Anormal: Irregular, gruesa, puede no deslizar.

Caracterizar las líneas *B* permite orientar la etiología. Existen dos formas de SAI: difuso y localizado. El SAI localizado puede estar presente en pacientes con neumonía, infarto pulmonar, consolidación o masa pulmonar. El SAI difuso, llamado también patrón *B*, es altamente sugestivo de un edema pulmonar intersticial, con una sensibilidad del 93,4 % y una especificidad del 93 %.⁽¹²⁾ Esto hace que las líneas *B* tengan una limitada especificidad y que puedan encontrarse en consolidaciones pulmonares, infiltraciones o lesiones traumáticas. Siendo un signo de intersticio pulmonar engrosado, las líneas *B* también pueden estar presentes en la enfermedad pulmonar intersticial;⁽²⁴⁾ así como las líneas *B* secas asociadas a la fibrosis, como se aprecia en la esclerosis.⁽²⁵⁾

Existen otras condiciones como el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) que muestra signos de edema alvéolo-intersticial, por lo que resulta necesario el apoyo en otras características.^(20,21) El mecanismo que desencadena esta entidad es una alteración de la permeabilidad alvéolo-capilar. A diferencia de la congestión pulmonar por ICA (aumento de la presión hidrostática), en la que el líquido se acumula inicialmente en el intersticio y luego progresivamente en los alvéolos, en el SDRA hay una inundación simultánea al intersticio y alvéolos,^(3,7,26) por tanto la caracterización de las líneas *B* ayuda a diferenciar el distrés respiratorio agudo con las siguientes características:

- Patrón intersticial difuso, bilateral, heterogéneo con línea pleural anormal.
- Microconsolidados pulmonares subpleurales que se visualizan como nódulos hipoeoicos que aparecen debajo de la línea pleural, interrumpiendo su continuidad.
- Áreas salvadas (áreas o zonas libres): En un mismo espacio intercostal, áreas con patrón de pulmón seco adyacentes a las líneas *B*.
- Distribución no homogénea de las líneas *B*.

3. Patrón de derrame pleural

Corresponde al 100 % de fluido en el espacio subpleural. El derrame pleural (DP) se visualiza como un espacio libre de ecos (imagen anecoica, negra) entre la pleura parietal y la visceral y se aprecia por encima del diafragma.⁽¹²⁾ Para su evaluación se deben explorar las áreas más declives del tórax en las que las referencias anatómicas, como el hígado o el bazo, sirven de ventana acústica.⁽⁷⁾

Se han descrito varios signos para la caracterización de los derrames pleurales. El primero es el signo *quad* o del cuadrado en el que se aprecia la línea que limita el derrame en su parte más profunda y ofrece el aspecto de cuadrado. El pulmón debe moverse libremente hacia la pleura parietal durante la respiración; esto, visto en modo *M*, dibuja el signo sinusoidal, que indica baja viscosidad del contenido del derrame y probablemente éxito en el drenaje.⁽²³⁾

Aunque la clasificación de un derrame en exudado o trasudado es a veces difícil, en general, los trasudados son anecoicos y los derrames complejos (tabicado o no) y ecogénicos de manera difusa son casi siempre exudados.^(12, 27) Cuando el derrame es significativo y comprime el pulmón, este aparece como una imagen de

consolidación triangular isoecoica flotando en el espacio pleural y se conoce como el signo de la medusa.^(27,28)

Para la cuantificación se han planteado diversas fórmulas en sedestación y decúbito supino, una de ellas es la propuesta por *Balik*, validado en pacientes ventilados; esta medición se realiza en decúbito supino, a 15°, en espiración y se toma en cuenta el diámetro mayor en el espacio interpleural en milímetros y multiplicado por 20 para obtener la cantidad de mililitros aproximados.⁽²⁹⁾

Por otro lado, en un estudio donde se compararon cuatro fórmulas por ecografía para cuantificar el DP en relación con el volumen drenado, de las fórmulas utilizadas, dos fueron con el paciente en supino, incluyendo la fórmula de *Balik* y dos con el paciente sentado.⁽³⁰⁾ Las fórmulas en posición supina arrojaron resultados estadísticamente significativos, pero coeficientes de correlación mucho más bajos. La versión de *Goecke*, en la que se calcula el volumen de efusión estimado (EV), mediante la fórmula que aparece a continuación, mostró la correlación más fuerte con el volumen real drenado ($r = 0,81, p < 0,001$). Aunque en la práctica diaria se plantea que una distancia mínima de 15 mm de separación es el mínimo requerido para una punción diagnóstica o terapéutica segura.⁽²⁹⁾

$$EV = (X + LDD) \times 70$$

X = extensión cráneo-caudal del derrame en la pared torácica dorsolateral medida en la posición erecta/sentada con la sonda orientada longitudinalmente; LDD = distancia de la base del pulmón a la mitad del diafragma/altura subpulmonar del derrame (cm); 70 = factor empírico.

También se puede distinguir entre DP de escasa cuantía y engrosamiento pleural. Para ello es útil el signo del color líquido (*fluid color sign*), que está presente en el derrame y no en los engrosamientos pleurales. Consiste en la presencia de señal *Doppler-color* en el interior de un pequeño derrame pleural, como consecuencia de la transmisión de los movimientos respiratorios o cardíacos.⁽³¹⁾

4. Patrón de consolidación

Se observa cuando la composición del espacio subpleural es del 90–95 % de líquido o la aireación es menor del 10 %. En la consolidación pulmonar los espacios aéreos están rellenos de líquido o células inflamatorias, por lo que, en esta situación, el pulmón aireado, que es altamente reflexógeno, se convierte en una masa sólida, densa y con buena transmisión sónica.^(19,32)

Los criterios diagnósticos de una consolidación pulmonar revisados en el consenso de la EP en Medicina Interna la definen como un área hipocóica subpleural con una estructura similar al hígado.⁽¹⁰⁾ Este signo de patrón tisular es el único criterio imprescindible, el resto se consideran adicionales. Otro signo es la línea divisoria entre el área de la consolidación y el fragmento aireado del pulmón, que es una línea borrosa, irregular, el llamado signo del desflecamiento.^(7,33)

El patrón de consolidación agrupa una serie de entidades, como neumonía, atelectasia, infarto pulmonar, tumores y contusión, que se diferencian entre sí por sus características, dentro de las que puede considerarse la presencia de broncograma aéreo dinámico.^(32,34)

La ecografía es sensible para el diagnóstico de neumonía, además se considera una técnica segura para el paciente porque evita las

radiaciones de la tomografía, siendo de mucha utilidad en pacientes críticos que no pueden moverse fácilmente. La utilidad de esta técnica ha sido reflejada en la literatura, por ejemplo, *Cortellaro* y otros en su estudio, encontraron que 81 pacientes (67,5 %) tenían un diagnóstico confirmado de neumonía. La radiografía de tórax fue positiva en 54/81 pacientes (sensibilidad 67 %) y negativa en 33/39 (especificidad 85 %); mientras que la EP fue positiva en 80/81 (sensibilidad 98 % y negativo en 37/39 (especificidad del 95 %).⁽³⁵⁾

Además de los patrones mencionados, también existen otras enfermedades que muestran alteraciones y que son necesarias en la interpretación de la EP. La ecografía es muy sensible para el diagnóstico del neumotórax, incluso de pequeño tamaño (ocultos en la radiografía de tórax). Cuando se sospecha, deben estudiarse cada uno de los cuadrantes del tórax, sobre todo en los espacios intercostales más altos y de manera bilateral.^(7,36)

En las recomendaciones internacionales sobre el EP⁽⁷⁾ se plantea como de gran relevancia los siguientes signos que permiten diagnosticar el neumotórax (nivel de evidencia A):

- Presencia de punto pulmonar.
- Ausencia de deslizamiento pleural.
- Ausencia de líneas B.
- Ausencia de pulso pulmonar.

La ausencia de deslizamiento pulmonar se observa debido a que la pleura visceral pierde el contacto con la pleura parietal. En el modo M se disipa la apariencia de orilla de playa (con arena y mar) y solo se visualizan líneas horizontales paralelas, imagen conocida como el signo de la estratosfera o código de barras.⁽³⁷⁾

No obstante, la falta de deslizamiento pulmonar puede producirse en otras enfermedades y circunstancias, como las adherencias pleurales, la intubación bronquial selectiva y la contusión, entre otras; sin embargo, su presencia, excluye el neumotórax con un valor predictivo negativo y una sensibilidad del 100 %.⁽³⁶⁾ Por otro lado, las líneas A pueden verse tanto en el pulmón normalmente aireado como en el neumotórax. Cuando estas líneas se combinan con la ausencia del signo del deslizamiento pulmonar aumenta la especificidad del diagnóstico de neumotórax descrito por *Lichtenstein* y otros.⁽³⁸⁾

El hallazgo del denominado “punto pulmonar” es un signo específico; esta es una interface entre el pulmón aireado y el pulmón sin aire; es difícil de encontrar, pero una vez hecho su especificidad es de 100 %.⁽³⁶⁾ En modo M se caracteriza porque se produce una sucesión de imágenes normales (arenosas) durante la inspiración y anormales (líneas horizontales) durante la espiración, y se corresponde con el punto del tórax en el cual, en la inspiración, el pulmón toca o alcanza a la pared torácica en el seno de un neumotórax no masivo.

En resumen, la EP se basa en una técnica sencilla, rápida y factible. La diferenciación por patrones expuesta por *Hirschhaut* y otros⁽¹⁹⁾ facilita el trabajo en la práctica clínica y permite una mejor interpretación al integrar los hallazgos con los datos clínicos.

Más allá de diferenciar la disnea cardiogénica, la EP se ha extendido a otras especialidades que necesitan de la evaluación de la congestión pulmonar; como el caso de pacientes nefróticas, para evaluación de la disnea durante la diálisis. La EP permite, con alta sensibilidad, el diagnóstico precoz de congestión pulmonar en pacientes asintomáticos; además, las líneas B disminuyen con la diálisis, de manera que guían la optimización del soporte dialítico, lo cual tiene

implicaciones para el pronóstico de los pacientes.⁽³⁹⁾

Con la epidemia de la COVID-19 por el virus SARS-CoV-2 se ha observado, en los países más afectados hasta el momento, que la EP tiene una gran utilidad diagnóstica, al presentar ventajas logísticas frente a la radiología y la tomografía, pues se realiza al lado de la cama (*bed-side*).⁽⁴⁰⁾ Varios estudios han expuesto los resultados de la EP en pacientes con COVID-19, sobre todo en el momento de estratificar y/o identificar a los pacientes asintomáticos que puedan necesitar un seguimiento más cercano. La detección de líneas B múltiples, sugiere un compromiso intersticial, aun cuando no se presentan síntomas. Un ejemplo de su aplicación es lo argumentado por *Volpicelli*⁽⁴¹⁾ en un artículo publicado sobre la EP en pacientes con COVID-19, donde expone las diferentes alteraciones ultrasonográficas y plantea distribuir en cuatro grupos la probabilidad de presentar la enfermedad, según los hallazgos ecográficos y en relación con los datos clínicos.

Otras investigaciones han reflejado la utilidad de la EP durante el abordaje de la disnea en otros escenarios, por ejemplo, en gestantes con preeclampsia.⁽⁴²⁾ En el estudio de *Laurent Zielewski*⁽⁴³⁾ en parturientas con preeclampsia grave, la EP detectó el edema pulmonar en un 25 %, aunque cabe señalar que solo fueron estudiadas 20 gestantes; por lo que es necesario continuar realizando investigaciones sobre su uso, ya que es un método inocuo para la madre y el feto. Por otro lado, se ha descrito en la literatura la utilidad de la EP en situaciones más extremas, como el edema pulmonar de altura, en el buceo en apnea y en el *iron man*.^(19,44)

Aplicaciones de la ecografía pulmonar en cardiología

El trabajo de *Gargani* y otros⁽³⁾ resume diferentes contextos clínicos aplicables a la EP en la cardiología, fundamentalmente en el diagnóstico diferencial de disnea, la demostración del edema intersticial, el diagnóstico, seguimiento y cuantificación de la congestión pulmonar en IC y el síndrome coronario agudo.⁽³⁹⁾

Uno de los primeros en aplicar la EP en pacientes con disnea aguda fue *Liechtenstein*. En el año 2008 describe el protocolo *blue*⁽⁴⁵⁾ para pacientes en insuficiencia respiratoria y mediante el empleo de la EP, orienta la etiología con una precisión del 90,4 %. Este abordaje utiliza tres puntos de exploración (llamados *blue points*): anterosuperior, anteroinferior, y el punto pleural posterolateral alveolar (conocido como *PLAST*). Permite diferenciar, según los hallazgos, disímiles perfiles y discernir las causas de la disnea súbita, e incluso su aplicación conjunta con otras técnicas como la ecografía de miembros inferiores, permite aumentar la especificidad y sensibilidad de este esquema para descartar embolismo pulmonar.^(15,45)

En pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, el patrón de pulmón aireado/seco orienta el diagnóstico hacia patologías con atrapamiento aéreo como el asma o EPOC; con un patrón de pulmón húmedo, hacia el edema pulmonar cardiogénico o no (SDRA) o enfermedades intersticiales como la enfermedad pulmonar intersticial o neumonitis intersticial; lo que orienta hacia una causa sistémica o local. También puede detectar un patrón de consolidación que puede tratarse de neumonía, atelectasia, tumores o infarto pulmonar, lo que no solo aporta diagnósticos diferenciales de disnea, sino que informa en relación a posibles causas de la descompensación de pacientes cardiopatas.^(45,46)

En la IC, el uso de la EP presenta las aplicaciones más relevantes en cardiología, por su prevalencia y por ser la vía final común de la

mayor parte de las cardiopatías. Se ha demostrado la evolución temporal de la congestión que, en su fase subclínica, días o semanas antes de la aparición de los síntomas, inicia la congestión hemodinámica con la elevación de las presiones de llenado ventricular; seguida de la congestión pulmonar con acumulación de líquido en el espacio extravascular pulmonar.⁽²¹⁾ Se han presentado múltiples evidencias que avalan el uso de la EP en este escenario, tanto en el diagnóstico precoz como en el factor pronóstico.

En cuanto al diagnóstico precoz de la ICA, un meta-análisis realizado⁽⁴⁷⁾ con el objetivo de abordar la capacidad de diferentes pruebas índice en la predicción de la ICA como causa de disnea en pacientes adultos, que realizó búsquedas en PubMed y EMBASE desde enero de 1965 hasta marzo de 2015, determinó un rendimiento diagnóstico superior a cualquier otra prueba estudiada en más de una cohorte de pacientes.

Frassi y otros,⁽⁴⁸⁾ en un estudio desarrollado en pacientes admitidos por disnea o dolor en el pecho en el Departamento de Neumología y Cardiología del Instituto de Fisiología Clínica del Consejo Nacional de Investigación de Italia, exploraron por primera vez el valor pronóstico de la EP en pacientes con IC. Encontraron que la ausencia de eventos fue significativamente mayor en pacientes sin líneas B y que la apreciación de más de 30 líneas fue asociada a un alto predictor de eventos adversos.

En este escenario se ha investigado, además, como herramienta de guía para la terapia con diuréticos; por ejemplo, *Öhman* y otros⁽⁴⁹⁾ evaluaron un protocolo de US cardiotorácico rápido (CaTUS), para orientar el tratamiento en pacientes hospitalizados con ICA. Se evaluaron 20 pacientes en comparación con un grupo control y el tratamiento se administró dirigido, según los hallazgos de la ecografía. Como resultado se encontró una descongestión significativamente mayor definida por la reducción de los síntomas, las presiones de llenado cardíaco, los péptidos natriuréticos, la pérdida acumulada de líquidos y la resolución de la congestión pulmonar ($p < 0,05$ para todos).

Otro estudio interesante fue realizado por *Domingo* y otros⁽⁵⁰⁾ donde se investigó el valor pronóstico de la EP en pacientes estables con IC crónica. El estudio incluyó a pacientes ambulatorios consecutivos con visita programada en una unidad de IC en España y la EP se realizó *in situ*. Los objetivos principales de la investigación fue el análisis del compuesto de muerte por cualquier causa u hospitalización por IC. De los 577 pacientes estudiados, durante el seguimiento de 31 ± 7 meses, en 157 de ellos se observó el resultado compuesto y 111 fallecieron. Tener ≥ 8 líneas B duplicó el riesgo de padecer el evento compuesto ($p < 0,001$) y multiplicó por 2,6 el riesgo de muerte ($p < 0,001$).

Por tanto, sustentado en los resultados de las investigaciones mencionadas cabe resaltar a la EP como herramienta excepcional en la detección de la congestión pulmonar de forma precoz. Además, permite brindar un pronóstico más preciso; se puede seguir monitorizando a los pacientes, ya que permite evaluar la gravedad, determinar el momento del ingreso y el alta hospitalaria; así como optimizar el tratamiento diurético de acuerdo a la cantidad de líneas B, de manera ambulatoria con disminución de la estadía hospitalaria. La aplicación de EP en eventos coronarios también ha estado reflejada en la literatura especializada. *Bedetti* y otros realizaron uno de los primeros estudios en pacientes con SCA, donde se señala como predictores independientes de la mortalidad, la fracción de eyección, la excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE) y los cometas pulmonares.⁽⁵¹⁾ *Ye* y otros en una investigación publicada en el 2019,

incluyeron a 96 pacientes con infarto del miocardio de pared anterior y se observó que, al ingreso, las líneas $B \geq 18$ fueron un predictor independiente de IC sintomática durante la hospitalización.⁽⁵²⁾

Un trabajo interesante fue el publicado por *Araujo* y otros.⁽⁵³⁾ con el objetivo de evaluar la capacidad pronóstica del EP en pacientes con infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IMACEST). Se desarrolló una clasificación de la EP combinada con la clasificación de *Killip- Kimbal* (que los autores llamaron LUCK). De los 215 pacientes que se incluyeron en el estudio, la ausencia de congestión pulmonar detectada por la EP implicó un valor predictivo negativo de mortalidad hospitalaria del 98,1 %. La clasificación LUCK redefinió la categorización *Killip* en el 18 % de los casos con más exactitud. Los pacientes que presentan ICA se relacionan con mayor daño miocárdico, mayor área de necrosis, mayor hospitalización y por ende mayor mortalidad. A pesar del aporte innovador de los estudios mencionados anteriormente, es necesario la realización de investigaciones que respalden el uso de la EP en este escenario. Poseer herramientas que puedan predecir eventos de descompensación en pacientes con IMACEST agiliza el tratamiento oportuno y previene los eventos fatales.

El análisis de las líneas B pueden ser una alternativa cuando los péptidos natriuréticos no están disponibles o cuando no existe el tiempo necesario para realizarlos y el paciente presenta una insuficiencia respiratoria aguda. Además, cabe destacar que la EP, al complementarse con la ecocardiografía, pudiera integrarse con los parámetros a evaluar en la función diastólica cuando no sean concluyentes y no se pueda definir si existe o no presiones de llenado elevadas del ventrículo izquierdo. Sin embargo, es necesario el desarrollo de más investigaciones y evidencia sobre el tema.^(7,19)

Curiosamente en Cuba, ya hace más de 20 años que se ha expuesto la utilidad del US en afecciones torácicas, constatado en una investigación realizada en pacientes pediátricos.⁽⁵⁴⁾ A pesar de la evidencia de la EP y su inclusión en las guías de práctica clínica y consensos, no está generalizado su uso el país. Es importante mencionar que en la mayoría de los hospitales cubanos no está disponible la realización de péptidos natriuréticos y se cuenta con herramientas limitadas que no permiten establecer un pronóstico más certero de los pacientes que ingresan por IC. Por tanto, la realización de la EP, al ser una técnica sencilla, pudiera desarrollarse en cualquier centro hospitalario.

Conclusiones

La ecografía pulmonar constituye una técnica sencilla y fácil de realizar. Fortalece el actuar clínico diario en diferentes especialidades, al permitir el diagnóstico diferencial rápido de las principales causas de disnea. Su aplicación es fundamental como método complementario en Cardiología. Dentro de su aporte principal se destaca la predicción de la insuficiencia cardíaca, al detectar edema subclínico. Ampliar su aplicación y explorar su utilidad a través de una ecografía cardiopulmonar integrada, permite optimizar el manejo de pacientes con cardiopatías agudas y crónicas.

Referencias bibliográficas

1. Laursen CB, Clive A, Hallifax R, Pietersen PI, Asciak R, Davidsen JR, et al. European Respiratory Society Statement on Thoracic Ultrasound. *Eur Respir J*. 2021 Mar 1 [acceso 10/05/2022];57(3):2001519. Disponible en:

https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/194338/1/8_Laursen_CB_Euuropean_Respiratory_Society_Statement_on_Thoracic_Ultrasound_-_EUR_RESP_J_2020.pdf.

2. Kiamanesh O, Harper L, Wiskar K, Luksun W, McDonald M, Ross H, et al. Lung Ultrasound for Cardiologists in the Time of COVID-19. *Can J Cardiol*. 2020 [acceso 03/05/2022];36(7):1144. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7235628/pdf/ma_in.pdf.

3. Gargani L. Lung Ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011 [acceso 12/07/2020];9:[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/1476-7120-9-6>.

4. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir. Crit Care Med*. 1997 [acceso 12/07/2020];156:1640-6. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/ajrcm.156.5.96-07096>.

5. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, Agricola E, Mottola G, Miniati M, et al. Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *Am J Cardiol*. 2004 [acceso 12/07/2020];93(10):1265-70. Disponible en: <https://flore.unifi.it/retrieve/handle/2158/774187/23310/Am%20J%20Cardiol%202004.pdf>.

6. Gheorghiadu M, Follath F, Ponikowski P, Barsuk JH, Blair JE, Cleland JG, et al. Assessing and grading congestion in acute heart failure: a scientific statement from the acute heart failure committee of the heart failure association of the European Society of Cardiology and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine. *Eur J Heart Fail*. 2010 [acceso 12/07/2020];12(5):423-33. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1093/eurjhf/hfq045>.

7. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein D, Mathis G, Kirkpatrick A, et al. International evidence-based recommendations for point of care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012 [acceso 12/07/2020];38(4):577-91. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-012-2513-4.pdf>.

8. Piotr P, Voors A, Anker SD, Bueno H. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) 2016 sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica. *Rev Esp Cardiol*. 2016 [acceso 20/09/2020];69(12):1167- 85. Disponible en: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/241473/1/PONIKOWSKI.pdf>.

9. Price S, Platz E, Cullen L, Tavazzi G, Christ M. Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure. *Nat Rev Cardiol*. 2017 [acceso 12/07/2020];14(7):427-40. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nrcardio.2017.56.pdf>.

10. Buda N, Kosiak W, Welnicki M, Skoczylas A, Olszewski R, Piotrkowski, et al. Recommendations for Lung Ultrasound in Internal Medicine. *Diagnostics (Basel)*. 2020 [acceso 12/12/2020];10(8):[aprox. 14p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7460159/>.

11. Schulmeyer MCC. Ecografía pulmonar y COVID-19. *Rev Chil Anest*. 2020 [acceso 17/01/2021];49(3):438-42. Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanstv49n03.024.pdf>.

12. Colmenero M, García Delgado M, Navarrete I, López Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010 [acceso 29/03/2021];34(9):620-8. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/medinte/v34n9/revision.pdf>.

13. Ketelaars R, Gülpinar E, Roes T, Kuut M, van Geffen GJ. Which

- ultrasound transducer type is best for diagnosing pneumothorax? *Crit Ultrasound J*. 2018 [acceso 17/01/2021];10(1):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://theultrasoundjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13089-018-0109-0>
14. Mongodi S, De Luca D, Colombo A, Stella A, Santangelo E, Corradi F, *et al*. Quantitative Lung Ultrasound: Technical Aspects and Clinical Applications. *Anesthesiology*. 2021 [acceso 09/05/22];134(6):949–65. Disponible en: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/134/6/949/511760/20210600.0-00027.pdf>
15. Lichtenstein DA. Lung ultrasound for the cardiologist – a basic application: The B - profile of the Bedside Lung Ultrasound in Emergencies protocol for diagnosing haemodynamic pulmonary edema. *Arch Cardiovasc Dis*. 2020 [acceso 09/05/22];113(8):489–91. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213620301558/pdf?md5=f6d5a69f71ded1452fa33c59d7d2b3d&pid=1-s2.0-S1875213620301558-main.pdf>
16. Gargani L, Frassi F, Soldati G, Tesorio P, Gheorghiane M, Picano E. Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnea: A comparison with natriuretic peptides. *Eur J Heart Fail*. 2008 [acceso 12/07/2020];10(1):70–7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1016/j.ejheart.2007.10.009>
17. Bhoil R, Ahluwalia A, Chopra R, Surya M, Bhoil S. Signs and lines in lung ultrasound. *J Ultrason*. 2021 [acceso 09/05/2022];21(86):e225–33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8439137/pdf/jou-21-86-e225.pdf>
18. Lee FCY. The curtain sign in lung ultrasound. *J Med Ultrasound*. 2017 [acceso 18/09/2020];25(2):101–4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929644117300413/pdf?md5=ed575f121f37b735b4a713d60b8ab8b0&pid=1-s2.0-S0929644117300413-main.pdf>
19. Hirschhaut Schor E, Delgado Mosquera CJ. Ecografía pulmonar en cardiología: Una ventana para el edema pulmonar. *Rev Argentina Cardiol*. 2019 [acceso 12/07/2020];87(6):485–90. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/rac/v87n6/1850-3748-rac-87-06-485.pdf>
20. Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion. *Eur Heart J*. 2016 [acceso 12/07/2020];37(27):2097–104. Disponible en: <https://academic.oup.com/eurheartj/article-pdf/37/27/2097/24121306/ehw164.pdf>
21. Picano E, Scali MCh, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist, *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018 [acceso 12/07/2020];11(11):1692–705. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1936878X18307605/pdf?md5=e2acebc9cbb5f4acda5951955d2cd3f6&pid=1-s2.0-S1936878X18307605-main.pdf>
22. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014 [acceso 12/07/2020];12(25):[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4098927/>
23. Mayo PH, Copetti R, Feller Kopman D, Mathis G, Maury E, Mongodi S, *et al*. Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2019 [acceso 09/07/2022];45(9):1200–11. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-019-05725-8.pdf>
24. Lacedonia D, Scioscia G, Giardinelli A, Quarato CMI, Sassani EV, Foschino Barbaro MP, *et al*. The Role of Transthoracic Ultrasound in the Study of Interstitial Lung Diseases: High-Resolution Computed Tomography Versus Ultrasound Patterns: Our Preliminary Experience. *Diagnostics (Basel)*. 2021 [acceso 09/05/2022];11(3):439. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8001146/pdf/diagnostics-11-00439.pdf>
25. Manolescu D, Davidescu L, Traila D, Oancea C, Tudorache V. The reliability of lung ultrasound in assessment of idiopathic pulmonary fibrosis. *Clin Interv Aging*. 2018 [acceso 12/07/2020];13:[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5868611/>
26. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008 [acceso 12/07/2020];6:16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2386861/pdf/1476-7120-6-16.pdf>
27. Tsai CH, Burgt J van der, Vukovic D, Kaur N, Demi L, Canty D, *et al*. Automatic deep learning-based pleural effusion classification in lung ultrasound images for respiratory pathology diagnosis. *Physica Medica: European Journal of Medical Physics*. 2021 [acceso 09/05/2022];83:38–45. Disponible en: <https://www.physicamedica.com/action/showPdf?pii=S1120-1797%2821%2900112-5>
28. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 [acceso 10/05/2022];199(6):701–14. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/pdf/10.1164/rccm.201802-0236CI>
29. Balik M, Plasil P, Waldauf P, Pazout J, Fric M, Otahal M, *et al*. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*. 2006 [acceso 12/07/2020];32:318–21. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-005-0024-2.pdf>
30. Ibitoye BO, Idowu BM, Ogunrombi AB, Afolabi BI. Ultrasonographic quantification of pleural effusion: comparison of four formulae. *Ultrasonography*. 2018 [acceso 12/07/2020];37(3):254–60. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6044225/pdf/usg-17050.pdf>
31. Brogi E, Gargani L, Bignami E, Barbariol F, Marra A, Forfori F, *et al*. Thoracic ultrasound for pleural effusion in the intensive care unit: a narrative review from diagnosis to treatment. *Crit Care*. 2017 [acceso 12/07/2020];21(1):325. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5745967/pdf/13054_2017_Article_1897.pdf
32. Bitar ZI, Maadarani OS, El-Shably AM, Al-Ajmi MJ. Diagnostic accuracy of chest ultrasound in patients with pneumonia in the intensive care unit: A single-hospital study. *Health Sci Rep*. 2018 [acceso 10/07/2022];2(1):e102. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6346984/pdf/HSR2-2-e102.pdf>
33. Strøm JJ, Haugen PS, Hansen MP, Graumann O, Jensen MBB, Aakjær C. Accuracy of lung ultrasonography in the hands of non-imaging specialists to diagnose and assess the severity of community-acquired pneumonia in adults: a systematic review. *BMJ Open*. 2020 [acceso 10/05/2022];10(6):e036067. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7304808/pdf/bmjopen-2019-036067.pdf>
34. Haji-Hassan M, Lenghel LM, Bolboacă SD. Hand-Held Ultrasound of the Lung: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*. 2021 [acceso 10/05/2022];11(8):1381. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8392700/pdf/diagnostics-11-01381.pdf>

35. Cortellaro F, Colombo S, Coen D, Duca PG. Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department [abstract]. *Emerg Med J.* 2012 [acceso 28/09/2020];29(1):[aprox. 1p.]. Disponible en: <https://emj.bmj.com/content/29/1/19>.
36. Thachuthara-George J. Pneumothorax in patients with respiratory failure in ICU. *J Thorac Dis.* 2021 [acceso 10/05/2022];13(8):5195–204. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8411185/pdf/jtd-13-08-5195.pdf>.
37. Chan KK, Joo DA, McRae AD, Takwoingi Y, Premji ZA, Lang E, et al. Chest ultrasonography versus supine chest radiography for diagnosis of pneumothorax in trauma patients in the emergency department. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020 [acceso 10/05/2022];2020(7):CD013031. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7390330/pdf/CD013031.pdf>.
38. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med.* 1999 [acceso 18/07/2020];25:383–8. Disponible en: http://www.ultrasoundleadershipacademy.com/wpcontent/uploads/2014/01/Intensive_Care_Med_1999_Lichtenstein.pdf.
39. Koraa EEDAW, Aly TM, Hussein HS, Beshara SK. The role of chest ultrasound in detection of pulmonary congestion in hemodialysis patients. *Egypt J Bronchol.* 2018 [acceso 28/07/2020];12(4):482–5. Disponible en: https://link.springer.com/content/pdf/10.4103/ejb.ejb_77_17.pdf.
40. Fraile V, Ayuela JM, Pérez-Torres D, Zapatac L, Rodríguez A, Yakushevdy A. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): aplicaciones clínicas en Medicina Intensiva - una revisión narrativa. *Medicina Intensiva.* 2020 [acceso 12/09/2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7198178/pdf/main.pdf>.
41. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med.* 2020 [acceso 28/07/2020];46(7):1445–8. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7196717/pdf/134_2020_Article_6048.pdf.
42. Bajwa SJS, Kurdi MS, Sutagatti JG, Bajwa SK, Theerth KA. Point-of-Care Ultrasound (POCUS) for the assessment of volume status and fluid management in patients with severe pre-eclampsia: A systematic review and meta-analysis. *Indian J Anaesth.* 2021 [acceso 10/07/2022];65(10):716–30. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8607863/pdf/IJ_A-65-716.pdf.
43. Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brun C, Touret M, Vellin A, Antonini F, et al. Lung Ultrasound Predicts Interstitial Syndrome and Hemodynamic Profile in Parturients with Severe Preeclampsia. *Anesthesiology.* 2014 [acceso 28/07/2020];120(4):906–14. Disponible en: https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/120/4/906/264923/20140400_0-00025.pdf.
44. Castagna O, Gempp E, Poyet R, Schmid B, Desruelle A-V, Crunel V, et al. Cardiovascular Mechanisms of Extravascular Lung Water Accumulation in Divers [resumen]. *Ame J Cardiol.* 2017 [acceso 28/07/2020];119(6):[aprox. 1p.]. Disponible en: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(16\)31950-6/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(16)31950-6/fulltext).
45. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol. *Minerva Anestesiologica.* 2009 [acceso 12/07/2020];75(5):313–17. Disponible en: https://www.minervamedica.it/en/freedownload.php?cod=R02Y2_009N05A0313.
46. Arango-Granados MC, Zarama Córdoba V. Ultrasonido para el diagnóstico diferencial de la patología pulmonar en el paciente crítico. *Rev Colombiana Neumol.* 2018 [acceso 12/09/2020];30(1):29–42. Disponible en: <https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/download/299/250/658>.
47. Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med.* 2016 [acceso 28/03/2022];23(3):223–42. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/acem.12878>.
48. Frassi F, Gargani L, Tesorio P, Raciti M, Mottola G, Picano E. Prognostic Value of Extravascular Lung Water Assessed With Ultrasound Lung Comets by Chest Sonography in Patients With Dyspnea and/or Chest Pain [resumen]. *J Card Fail.* 2007 [acceso 12/07/2020];13(10):[aprox. 1 p.]. Disponible en: [https://www.onlinejcf.com/article/S1071-9164\(07\)00960-8/fulltext](https://www.onlinejcf.com/article/S1071-9164(07)00960-8/fulltext).
49. Öhman J, Harjola V, Karjalainen P, Lassus J. Focused echocardiography and lung ultrasound protocol for guiding treatment in acute heart failure. *ESC Heart Fail.* 2017 [acceso 10/05/2022];5(1):120–8. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5793966/pdf/EH_F2-5-120.pdf.
50. Domingo M, Conangla L, Lupón J, de Antonio M, Moliner P, Santiago Vacas E, et al. Valor pronóstico de la ecografía de pulmón en pacientes ambulatorios con insuficiencia cardíaca crónica estable [resumen]. *Rev Esp Cardiol.* 2021 [acceso 10/05/2022];74(10):[aprox. 2p.]. Disponible en: <http://www.revescardiol.org/es-valor-pronostico-ecografia-pulmon-pacientes-articulo-S0300893220304322>.
51. Bedetti G, Gargani L, Sicari R, Gianfaldoni ML, Molinaro S, Picano E. Comparison of Prognostic Value of Echocardiographic Risk Score With the Thrombolysis In Myocardial Infarction (TIMI) and Global Registry In Acute Coronary Events (GRACE) Risk Scores in Acute Coronary Syndrome [resumen]. *Am J Cardiol.* 2010 [acceso 28/09/2020];106(12):[aprox. 1 p.]. Disponible en: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(10\)01634-6/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(10)01634-6/fulltext).
52. Ye XJ, Li N, Li JH, Wu WJ, Li AL, Li XL. B-lines by lung ultrasound predict heart failure in hospitalized patients with acute anterior wall STEMI. *Echocardiography.* 2019 [acceso 17/07/2020];36(7):1253–62. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/echo.14420>.
53. Araujo GN, Silveira AD, Scolari FL, Custodio JL, Marques FP, Beltrame R, et al. Admission Bedside Lung Ultrasound Reclassifies Mortality Prediction in Patients With ST-Segment–Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2020 [acceso 10/09/2020];13(6): [aprox. 27 p.]. Disponible en: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCIMAGING.119.010269?url_ver=Z39.88-2003&rft_id=ori:rid:crossref.org&rft_dat=cr_pub%20%20pubmed.
54. Vázquez B, Razón R. Utilidad de la ultrasonografía en la exploración torácica. *Rev Cubana Pediatr.* 1987 [acceso 17/07/2022];59(1):89–96. Disponible en: <http://files.sld.cu/digitalizacion-bmn/files/2016/12/S0034-7531.1987.0001.0012.pdf>.

DIRECCION PARA CORRESPONDENCIA: Denia Bonilla Padrón,
Hospital Clínico Quirúrgico “Hermanos Ameijeiras”. La Habana,
Cuba. E-mail: denia@infomed.sld.cu.

**Los autores firmantes del manuscrito declaran no poseer
Conflicto de intereses.**



Esta obra está bajo una [licencia de Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).