

Ecografía pulmonar en cardiología: Una ventana para el edema pulmonar

Lung Ultrasound in Cardiology: A Window to Pulmonary Edema

ELIZABETH HIRSCHHAUT SCHOR¹, CARMEN JULIA DELGADO MOSQUERA², MARÍA GABRIELA CORTEZ MONTERO³

RESUMEN

La ecografía pulmonar es una técnica que ha innovado la forma de hacer ultrasonido y cardiología, basando su interpretación en artefactos y modificando el abordaje diagnóstico y terapéutico de pacientes con cardiopatía. El cardiólogo puede hacer ecografía pulmonar con el transductor y ajustes de pantalla de la ecocardiografía y debe reconocer los 4 patrones ecográficos: patrón de pulmón aireado/seco, pulmón húmedo o intersticial, derrame pleural y consolidación. El patrón intersticial es la base de las aplicaciones de esta técnica en el área cardiológica, que se resumen en 7 situaciones clínicas: diagnóstico diferencial de disnea, síndrome de insuficiencia cardíaca, identificación del distrés respiratorio agudo, situaciones extremas como el edema de altura, buceo en apnea y el *iron man*, nefrópatas en diálisis, síndrome coronario agudo y prueba de ecografía de estrés alvéolo-capilar. Se propone la realización de una ecografía cardiopulmonar como obligatoria y no opcional para el cardiólogo.

ABSTRACT

Pulmonary Ultrasound, a technique that has innovated the way of doing ultrasound and cardiology, basing the interpretation of the image on artefacts and modifying the diagnostic and therapeutic approach of patients with heart disease. The cardiologist can perform pulmonary ultrasound with the transducer and echocardiography screen settings and must recognize the 4 ultrasound patterns: Aerated / Dry Lung Pattern, Wet or Interstitial Lung, Pleural Effusion and Consolidation. The Interstitial Pattern is the basis of the applications of this technique in the cardiological area, which are summarized in 7 clinical situations: differential diagnosis of dyspnea, heart failure syndrome, identification of acute respiratory distress, extreme situations such as high altitude edema, apnea diving and iron man, dialysis nephropaths, Acute coronary syndrome and alveolo-capillary stress ultrasound test. Cardiopulmonary ultrasound is proposed as mandatory and not optional for the cardiologist.

INTRODUCCIÓN

La ecografía pulmonar (EP) o ultrasonido pulmonar, como se denomina en la bibliografía anglosajona, es una novedosa herramienta diagnóstica que ha revolucionado la forma de hacer ultrasonido, al basar la interpretación de la imagen en artefactos, y cardiología, al optimizar el abordaje diagnóstico y terapéutico de pacientes con cardiopatía. (1) La primera mención de la técnica en guías cardiológicas se hace en el 2010, en “Abordaje y clasificación de la congestión pulmonar en la insuficiencia cardíaca aguda”, donde *tímidamente* se señala: “El ultrasonido pulmonar es potencialmente una forma de evaluar la congestión pulmonar a través de los cometas pulmonares”. (2) En el 2012, en el

documento “Recomendaciones de la EP en el punto de atención” esta técnica se impone como complemento superior a la radiografía y resulta equiparable a la tomografía en la mayor parte de patologías pleuropulmonares, dado que facilita el diagnóstico de insuficiencia cardíaca (IC). (3)

En el 2017, en el consenso “Ecocardiografía y ultrasonido pulmonar en el abordaje y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda”, de la Sociedad Europea de Cardiología (SEC) esta técnica alcanza el sitio que le corresponde como complemento indispensable de la ecocardiografía, en un abordaje integrado cardiopulmonar, que mejora la evaluación, diagnóstico y seguimiento de los pacientes con IC e identifica a los de peor pronóstico. (4) Este mismo año, la SEC, en la

REV ARGENT CARDIOL 2019;87:485-490.<http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v87.i6.16767>

Recibido: 23/10/2019 - Aceptado: 01/11/2019

Dirección para separatas: Elizabeth Hirschhaut - Unidad de Ecocardiografía y Ecografía Pulmonar del Dpto. de Cardiología del Hospital Militar Universitario Dr. Carlos Arvelo, Caracas, Venezuela. e-mail: elihir00@yahoo.com

¹ Especialista en Medicina Interna y Cardiología. Director de la Unidad de Ecocardiografía y Ecografía Pulmonar del Dpto. de Cardiología del Hospital Militar Universitario Dr. Carlos Arvelo, Caracas, Venezuela.

² Especialista en Medicina Interna, Neumología y Medicina Crítica. Directora de la Unidad de Ecografía Pulmonar del Dpto. de Tórax del Complejo Hospitalario Dr. José Ignacio Baldó, El Algodonal, Caracas, Venezuela.

³ Especialista en Medicina Interna y Neumología. Adjunto del Servicio de Neumología del Complejo Hospitalario Universitario de Orense, España.

publicación “Disfunción orgánica, injuria y falla en insuficiencia cardíaca aguda: de la fisiopatología al diagnóstico y tratamiento” destaca lo siguiente:

La EP:

- Es superior a la auscultación y radiografía de tórax para la detección de congestión pulmonar.
- Seriada evalúa el tratamiento de los pacientes con IC.
- Determina la gravedad de la congestión pulmonar, con alta reproducibilidad y período corto de entrenamiento (30 minutos).
- Detecta congestión pulmonar residual al egreso de pacientes con IC, marcador pronóstico del aumento del riesgo de hospitalizaciones y muerte. (5)

En el 2018, la SEC continúa su escalada en la promoción de esta técnica con dos documentos:

1. “Evaluación intrahospitalaria en IC: Aplicaciones en la práctica clínica y direcciones futuras para la investigación”, donde apunta que “el ultrasonido pulmonar permite guiar el tratamiento de descongestión y puede ser útil para señalar el momento adecuado para el egreso”. (6)
2. “Abordaje práctico e indicaciones de la ventilación mecánica no invasiva en IC aguda”, donde se incluyen los hallazgos ecográficos de congestión pulmonar como criterio diagnóstico confirmatorio del edema agudo pulmonar cardiogénico. (7)

Todas estas publicaciones muestran que la inclusión de la EP en cardiología ha ido modificando el ejercicio diario de la especialidad al permitir una evaluación cardiopulmonar integrada en contextos agudos como crónicos, que optimiza el diagnóstico, seguimiento y pronóstico de los pacientes cardíacos.

ASPECTOS TÉCNICOS

El cardiólogo puede utilizar el mismo transductor de ecocardiografía, con la misma orientación y especificaciones de la pantalla. Para la exploración, cada hemitórax se divide en 6 regiones. Utilizando de referencia las líneas axilar anterior y posterior, se determinan las regiones anteriores, laterales y posteriores y, utilizando la línea mamilar y subescapular, las regiones superiores e inferiores. El transductor se coloca perpendicular al tórax con la muesca de orientación hacia la cabeza (abordaje longitudinal). De esta manera las estructuras superficiales se localizan en la parte superior de la pantalla y las craneales en la parte derecha. (8) (Figura 1)

IMAGEN ECOGRÁFICA

Al colocar el transductor en las regiones anteriores o superiores se obtiene la imagen de la Figura 2 A, en la cual se distingue lo siguiente:

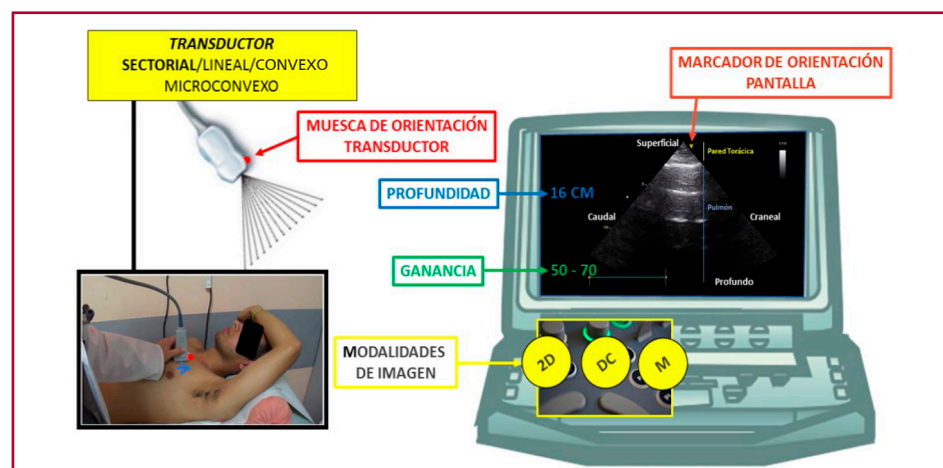


Fig. 1. Aspectos técnicos de la ecografía pulmonar: Posicionamiento del transductor, orientación de la muesca y botonería (nivel de profundidad, ganancia, modalidades de imagen). 2D: Modo B, DC: Doppler-Color, M: Modo M.

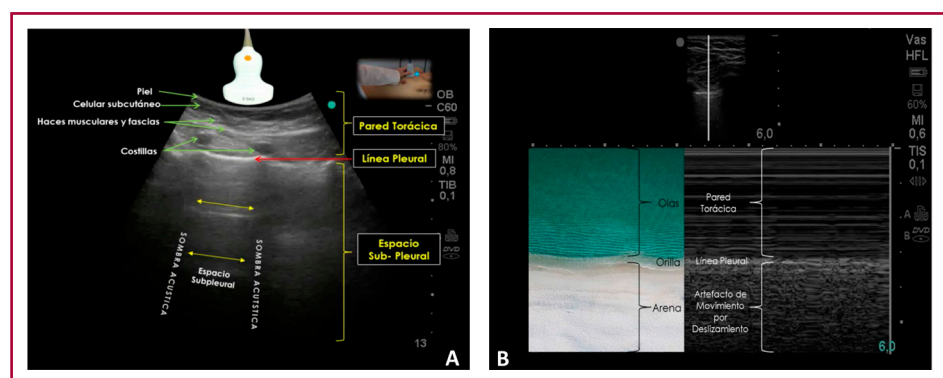


Fig. 2. A. Imagen ecográfica pulmonar obtenida con transductor convexo en la ventana anterosuperior. Se logran discriminar estructuras de la pared torácica y el espacio subpleural. **B.** Signo de la orilla de la playa. Confirma deslizamiento pleural.

- a. Estructuras superficiales de la pared torácica, de lo superficial a lo profundo representan los siguientes elementos:
 1. Piel: Línea delgada isoecoica.
 2. Tejido celular subcutáneo: Área hipoeicoica.
 3. Plano muscular: Tonalidades de gris con líneas hiperecogénicas.
 4. Costillas: Dentro del plano muscular se visualizan como una línea delgada hiperecogénica que deja sombra acústica posterior.
- b. Línea pleural: Imagen lineal hiperecogénica que se visualiza a 0,5-1 cm del reborde costal. Es horizontal, menor de 3 mm y lisa. Conformada por la pleura parietal y visceral, que realiza desplazamientos craneocaudales durante la respiración, que le da un aspecto chispeante y abrigantado denominado “signo del deslizamiento”. Este se puede confirmar en modo M (solo en caso de dudas), con el “signo de orilla de playa”, en el cual, las olas corresponden a la pared torácica, la orilla a la línea pleural y la arena al artefacto de movimiento producido por el deslizamiento pleural (Figura 2 B).
- c. Espacio subpleural o ventana ecográfica pulmonar: Espacio inmediatamente subyacente a la línea pleural. Se visualizan artefactos si el componente dominante es aire o imágenes reales si predomina el líquido.

El cardiólogo debe reconocer 4 patrones ecográficos:

Patrón de pulmón aireado/seco

Patrón intersticial o de pulmón húmedo

Patrón de derrame pleural

Patrón de consolidación

Cada patrón representa una relación aire-líquido diferente, indicativa del grado de aireación del espacio pleuropulmonar. (9)

Patrón de pulmón aireado/seco

Corresponde al 99% de aireación en el espacio pleuropulmonar y sus signos característicos son los siguientes:

- “Signo del deslizamiento”.
- “Signo de orilla de playa”.
- Líneas A.

Cuando hay aireación del 99%, las ondas ultrasónicas que penetran la pared torácica se encuentran con la

interfase línea pleural-aire, altamente reflectante y se generan artefactos de reverberación de la línea pleural llamados “líneas A”, que son horizontales, paralelas a la línea pleural, se desvanecen en la profundidad y son equidistantes al espacio entre la piel y la línea pleural. En este patrón, el espacio subpleural se presenta como un área hipoeicoica con líneas A. Corresponde a pulmones normales o con patologías con atrapamiento aéreo como EPOC y asma (Figura 3 A).

Patrón de pulmón húmedo, patrón intersticial o síndrome intersticial

Se presenta con aireación de un 95%-97% (3%-5% de líquido) y se caracteriza por la presencia de líneas B (Figura 3 B). En el pulmón, el líquido se acumula inicialmente en el espacio intersticial, (septos interlobulillares e intralobulillares rodeados de alvéolos). La onda ultrasónica interacciona con la interfase línea pleural-fluido intersticial (líquido o citoplasma de células inflamatorias), que permite la transmisión de la onda hasta el espacio intersticial donde al encontrarse con el aire alveolar se refleja y queda atrapada entre dos interfaces reflectantes línea pleural - aire alveolar y se generan artefactos denominados “líneas B”, que presentan 6 características:

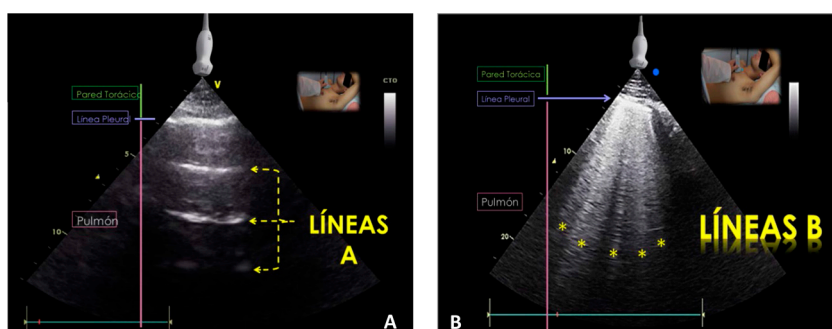
- Artefactos verticales.
- Inician en la línea pleural.
- Llegan hasta el final de la pantalla.
- Tienen aspecto de rayos láser.
- Ocultan las líneas A a su paso.
- Son dinámicas, se mueven con el deslizamiento pleural.

Pueden presentarse normalmente en número menor de 3 predominantemente en las regiones más declives del tórax. Sin embargo, la presencia de 3 o más líneas B en un espacio intercostal por abordaje longitudinal, se denomina patrón intersticial, término acuñado por Lichtenstein en 1997. (10)

Este patrón se presenta cuando disminuye la aireación normal del pulmón, ya sea por la presencia de fluido por edema pulmonar hidrostático (cardiogénico o no cardiogénico) o células inflamatorias (patologías intersticiales pulmonares) y existe correlación entre el número de líneas B y la gravedad del edema. Al

Fig. 3. Imágenes obtenidas con transductor sectorial en la ventana anterosuperior.

A. Patrón de pulmón aireado o seco. Obsérvense las líneas A.
B. Patrón de pulmón húmedo. Obsérvense las líneas B.



hacer el diagnóstico de patrón intersticial, se debe caracterizar y cuantificar. La caracterización utiliza 4 parámetros:

- Áreas afectadas: Utiliza el modelo de 4 regiones: 2 anteriores y 2 laterales.

Puede ser:

- 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, delgado, desliza.
 - Anormal: Irregular, grueso, puede no deslizarse.

La caracterización permite orientar la etiología. El patrón de insuficiencia cardíaca es difuso, bilateral, homogéneo con línea pleural normal, mientras que el patrón de distrés respiratorio agudo es difuso, bilateral pero heterogéneo con línea pleural anormal.

La cuantificación indica la gravedad en términos cualitativos o semicuantitativos. Para ello se disponen de varios métodos como el número de líneas B presentes en un espacio intercostal; la ecodensidad del espacio subpleural, (negruzco o blanquecino); la separación de las líneas B al nivel de la línea pleural (propuesto por Lichtenstein); la apreciación cualitativa de la separación de las líneas B (utilizado en nuestro centro) de la siguiente manera:

Separadas: Líneas B despegadas unas de otras. Indicativo de edema intersticial o leve.

Juntas: Líneas B mínimamente separadas. Indicativo de edema intersticio-alveolar o moderado.

Confluentes o coalescentes: Líneas B sin separación entre sí. Indicativo de edema alveolar o grave.

Patrón de derrame pleural

Corresponde al 100% de fluido en el espacio subpleural. Se identifica por la presencia de un área de ecogenicidad variable, generalmente anecoica (Figura 4). Para su evaluación se deben explorar las áreas más declives del tórax en las que referencias anatómicas, como hígado o bazo, sirven de ventana acústica. Una vez localizado estos órganos sólidos, se identifica su borde hiperecogénico craneal (diafragma) y todo lo que se encuentre cefálico a este corresponde al tórax. Una vez ubicado el tórax, el área anecoica, constituye el marcador ecográfico del patrón de derrame pleural (DP). En ecografía, el DP debe clasificarse y cuantificarse. La clasificación se basa en la presencia de imágenes ecogénicas en el interior del derrame. Si están ausentes se clasifica como simple, indicativo generalmente de transudado, y, si están presentes (puntos ecogénicos, tabiques) se clasifica como complejo, indicativo de exudado con certeza del 100%. (11) Para la cuantificación hay diversas fórmulas en sedestación y decúbito supino, todas

imprecisas, sin embargo dan una idea de la cantidad y permiten su seguimiento. Una de las más prácticas es la de Balik, se realiza en decúbito supino, a 15°, en espiración, midiendo el diámetro mayor en el espacio interpleural en milímetros y multiplicando por 20 para obtener la cantidad de mililitros aproximados. (12)

Patrón de consolidación

Se presenta cuando la aireación es menor del 10%, es decir, hay predominio del componente líquido y las imágenes que se visualizan son predominantemente reales (Figura 5). Se identifica ecográficamente por el “signo del tejido”, área de ecodensidad similar al hígado. Este patrón es común a entidades como neumonía, atelectasia, infarto pulmonar, tumores o contusión pulmonar. La orientación diagnóstica depende de diferentes características del “signo del tejido”, como la presencia de elementos internos, homogeneidad, bordes, vascularidad y modificaciones con maniobras respiratorias o posicionales. El cardiólogo debe recono-

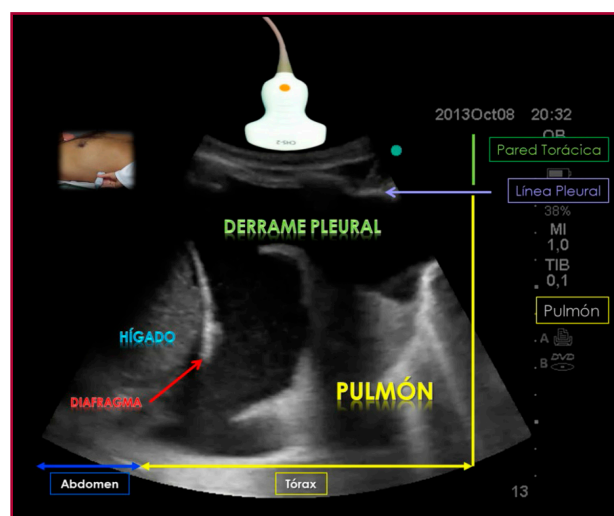


Fig. 4. Patrón de derrame pleural.

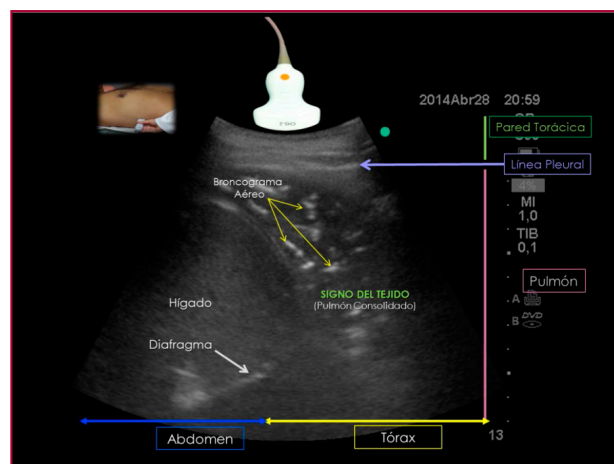


Fig. 5. Patrón de consolidación.

cer la presencia de este patrón que le permite descartar causas de descompensación cardíaca como la neumonía.

APLICACIONES

Las aplicaciones de la EP en cardiología se basan fundamentalmente en identificar el patrón de pulmón húmedo o síndrome intersticial y se pueden sintetizar en 7 situaciones clínicas: (13)

1. La primera aplicación es en la disnea. Uno de los primeros en aplicar la EP en esta entidad es Lichtenstein, que logra diferenciar la disnea cardiogénica de la secundaria a EPOC, por la presencia de líneas B. (14) En 2008, Lichtenstein describe el protocolo BLUE para pacientes en insuficiencia respiratoria, en el cual con la EP orienta la etiología con una precisión del 90,4%. (15) En pacientes con disnea/insuficiencia respiratoria el patrón de pulmón aireado/seco orienta el diagnóstico hacia patologías con atrapamiento aéreo como el EPOC o asma; con un patrón de pulmón húmedo, hacia el edema pulmonar cardiogénico o no (distrés respiratorio agudo) o patologías intersticiales como la enfermedad pulmonar intersticial o neumonitis intersticial; si es patrón de derrame pleural, puede clasificarse en simple/complejo o unilateral/bilateral, lo que orienta hacia una causa sistémica o local; con patrón de consolidación puede tratarse de neumonía, atelectasia, tumores o infarto pulmonar, lo que no solo aporta diagnósticos diferenciales de disnea, sino que informa de posibles causas de descompensación de pacientes cardíacas. Hoy por hoy, en las áreas de emergencia el abordaje inicial de la disnea incluye la realización de EP. (16)
2. Síndrome de insuficiencia cardíaca. Es una de las aplicaciones más importantes en cardiología, por su prevalencia y por ser la vía final común de la mayor parte de las cardiopatías. Por EP el patrón intersticial identifica la congestión pulmonar presente en la insuficiencia cardíaca aguda y con el patrón de derrame pleural, la presencia de este en la insuficiencia cardíaca crónica. Las líneas B se han correlacionado con varios parámetros cardiológicos como la clase funcional, la presión capilar pulmonar, la relación E/e', el BNP, las líneas B de Kerley, la congestión pulmonar por radiografía, tomografía de tórax o por métodos de termodilución entre otros. (4, 14) 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 con la congestión hemodinámica con elevación de las presiones de llenado ventricular; seguida de la congestión pulmonar con extravasación de líquido al espacio extravascular pulmonar. (6) La EP permite la detección de congestión en esta fase de forma precoz. Como marcador de edema, las líneas B se utilizan para lo siguiente:
 - a. Diagnóstico:
 1. Presencia de 3 o más líneas B en un espacio intercostal, con un patrón difuso, bilateral, homogéneo con línea pleural normal.
 2. Indicador de congestión pulmonar clínica o subclínica (diagnóstico precoz).
 3. Permite excluir otras etiologías y definir causas de descompensación.
 - a. Monitoreo:
 1. Permite evaluar la gravedad.
 2. Realizar el seguimiento del tratamiento de acuerdo a la cantidad de líneas B.
 3. Marcador de mejoría de la congestión (descongestión).
 4. Determina el momento del alta. (18)
 - b. Pronóstico:
 1. Detecta la presencia de líneas B residuales (líneas B presentes al momento del alta o en la evaluación ambulatoria).
 2. La presencia de líneas B residuales aumenta el riesgo de readmisión u hospitalizaciones. (19)
3. En el distrés respiratorio agudo. Esta entidad se diferencia de la insuficiencia cardíaca por presentar:
 1. Patrón intersticial difuso, bilateral, heterogéneo con línea pleural anormal.
 2. Microconsolidados pulmonares subpleurales que se visualizan como nódulos hipoecoicos que aparecen debajo de la línea pleural, interrumpiendo su continuidad.
 3. Áreas salvadas: En un mismo espacio intercostal, áreas con patrón de pulmón seco adyacentes a líneas B.

El mecanismo que desencadena esta entidad es una alteración de la permeabilidad alvéolo-capilar. A diferencia de la congestión pulmonar por IC (aumento de la presión hidrostática), en la que el líquido se acumula inicialmente en el intersticio y luego progresivamente en los alvéolos, en el distrés hay una inundación simultánea al intersticio y alvéolos.
4. En el edema pulmonar en situaciones extremas, como el edema pulmonar de altura, en el buceo en apnea y en el *iron man*. (20, 21) El edema pulmonar de altura se presenta a partir de 2500 m de altitud, debido a hipertensión pulmonar hipóxica hipobárica. La EP permite evaluar a los montañistas durante su ascenso en las diferentes estaciones y diferirlo en aquellos que presenten líneas B hasta su adaptación con la desaparición de estas; o en el edema asociado a buceo en apnea, secundario a centralización del flujo periférico hacia los vasos pulmonares (*blood shift*), con una prevalencia no despreciable de un 25% a un 45% (asociado a predisposición genética) y en el *iron man*, en el que se ha descrito la presencia de edema pulmonar asintomático hasta en el 75% de los atletas, que desaparece a las 12 h.
5. En nefrópatas, para evaluación de la disnea, en especial durante la diálisis, y permite con alta sensibilidad el diagnóstico precoz de congestión

pulmonar en pacientes asintomáticos. Las líneas B disminuyen con la diálisis de manera que guía la optimización del soporte dialítico, lo cual tiene implicaciones pronósticas, ya que, en los períodos interdiálisis, la presencia de líneas B constituyen un factor de riesgo para eventos cardiovasculares y mortalidad. (22)

6. Síndrome coronario agudo. La Dra. Gargani realizó uno de los primeros artículos que señala como únicos predictores independientes de mortalidad: fracción de eyección, TAPSE y cometas pulmonares (antigua denominación de las líneas B). (23) En el SCA, la EP interviene en lo siguiente:

- Diagnóstico de edema pulmonar en forma precoz.
- Pronóstico y estratificación de riesgo: Aquellos con líneas B presentan un mayor riesgo de complicaciones y mortalidad.

7. Prueba de ecografía de estrés alvéolo-capilar. La determinación de líneas B en las pruebas de ecografía de esfuerzo permite evaluar la competencia de la membrana alvéolo-capilar. Se determina en los primeros minutos del posesfuerzo, el parámetro E/e' para evaluar la congestión hemodinámica y las líneas B para evaluar la presencia de congestión pulmonar. Picano, en su proyecto Eco de Estrés 2020 para el estudio de patologías cardíacas isquémicas y no isquémicas, propone la realización de 10 protocolos, de los cuales 5 incluyen la determinación de líneas B. (24)

A la luz de la evidencia, la EP se ha convertido en un método de aprendizaje no opcional, sino obligatorio para el cardiólogo, como complemento indispensable de la ecocardiografía, que al permitir una evaluación cardiopulmonar integrada, optimiza el diagnóstico, tratamiento, seguimiento y pronóstico de pacientes con cardiopatías isquémicas, no isquémicas, agudas y crónicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hirschhaut E, Delgado CJ. Ecografía Pulmonar: un nuevo abordaje para cardiólogos. *RETIC* 2018;2:1-7.
2. Gheorghiade 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;12:423-33. <http://doi.org/dwbz4>
3. Volpicelli G, Elbarbary M, Blavais M, Lichtenstein D, Mathis G, Kirkpatrick A, et al. International evidence-based recommendations for point of care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012;38:577-91. <http://doi.org/gdwph6>
4. Price S, Platz E, Cullen L, Tavazzi G, Christ M, Cowie M, et al. Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure.
5. Harjola V, Mullens W, Banaszewski M, Bauersachs J, Brunner H, Chioncel O, et al. Organ Dysfunction, injury and failure in acute heart failure: from pathophysiology to diagnosis and management. A review on behalf of the Acute Heart Failure Committee of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur J Heart Fail* 2017;19:821-36. <http://doi.org/ddh6>
6. Harjola V, Parissis J, Brunner H, Celutkienė J, Chioncel O, Collins SJ, et al. Comprehensive in-hospital monitoring in acute heart failure: applications for clinical practice and future directions for research. *Eur J Heart Fail* 2018;20:1081-99. <http://doi.org/gdwz42>
7. Masip J, Peacock F, Price S, Cullen L, Martin-Sanchez J, Seferovic P, et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilations in acute heart failure. *Eur Heart J* 2018;39:17-25. <http://doi.org/gcmqxs>
8. Hirschhaut E, Delgado CJ. Ecografía pulmonar: Ciencia o ficción. *Salus Militiae* 2016;40:58-72.
9. Toma T, Trigiani M, Zanforlin A, Inchigolo R, Zanobetti M, Sammiceli L, et al. Competence in thoracic ultrasound. *Panminerva Medica* 2019;61:344-66. <http://doi.org/ddh7>
10. Lichtenstein D, 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;156:1640-6. <http://doi.org/ddh8>
11. Yang PC, Luh KT, Chang DB, Wu HD, Yu CJ, Kuo SH, et al. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. *Am J Roentgenol* 1992;159:29-33. <http://doi.org/ddh9>
12. Balik M, Plasil P, Waldauf P, Pazout J, Fric M, Otahal M, et al. *Intensive Care Med* 2006;32:318-21. <http://doi.org/dfbhgb>
13. Gargani L. Lung Ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound* 2011;27:6. <http://doi.org/dxb4sf>
14. Lichtenstein D, Meziere G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet tail artifact. *Intensive Care Med* 1998;24:1331-4. <http://doi.org/bb3q4p>
15. Lichtenstein D, Meziere G. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute respiratory Failure: The BLUE Protocol. *Chest* 2008;134:117-25. <http://doi.org/cspcds>
16. Chun F. Lung Ultrasound- A primarily survey of the acute dispneic patient. *J Intensive Care* 2016, 4:57. <http://doi.org/ddjb>
17. Agrícola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. Ultrasound Comet-tail images: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest* 2005;127:1690-5. <http://doi.org/d4bp2v>
18. Gargani L, Pang PS, Frassi F, Miglioranza M, Dini F, Landi P, et al. Persistent pulmonary congestion before discharge predicts rehospitalization in heart failure: a lung ultrasound study. *Cardiovascular Ultrasound* 2015;13:40. <http://doi.org/f7pr27>
19. Miglioranza M, Picano E, Badano LP, Sant Anna R, Rover M, Zafaroni F, et al. Pulmonary congestion evaluated bay lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients. *Int J Cardiol* 2016;218:104-8.
20. Schwab M, Jayet P, Allemann Y, Sartori C, Scherrer U. Edema Pulmonar de Altura. *Medicina* 2007;67:71-81
21. Pingitore A, Garbella E, Piaggi P. Early subclinical increase in pulmonary water content in athletes performing sustained heavy exercise at sea level: ultrasound lung comet tail evidence. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2011;301:H2161-7. <http://doi.org/csdskm>
22. Zoccali C, Torino C, Tripepi R, D'Arrigo G, Postorino M, Gargani L. Pulmonary congestion predicts cardiac events and mortality in ESRD. *J Am Soc Nephrol*. 2013;24:639-46. <http://doi.org/ddnb>
23. Bedetti G, Gargani L, Sicari R, Gianfaldoni M, Molinaro S, Picano E. Comparison of prognostic value of Echocardiographic Risk Score with Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) and Global Registry in Acute Coronary Events (GRACE) Risk Scores in Acute Coronary Syndrome. *Am J Cardiol* 2010;106:1709-16. <http://doi.org/djkzbn>
24. Picano E, Ciampi Q, Citro R, D'Andrea A, Scali M, Cortigiani L, et al. Stress Echo 2020: the international stress echo study in ischemic and non-ischemic heart disease. *Cardiovascular Ultrasound* 2017;15:3. <http://doi.org/f9sst5>