

## PROTOCOLO ECOGRAFÍA PULMONAR EN LA UNIDAD CORONARIA

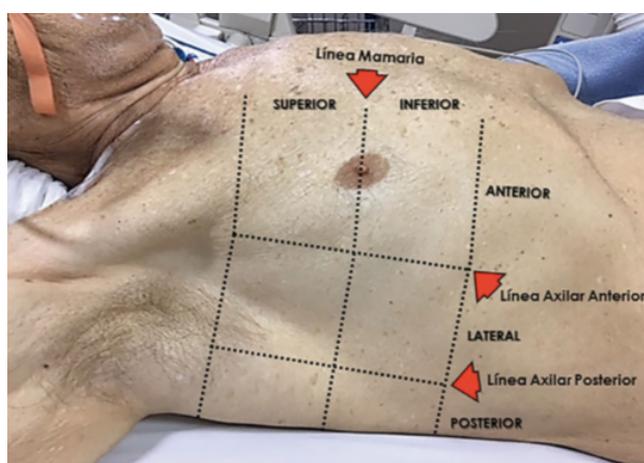
Marx Rivera Zambrano

### TECNICA Y ÁREAS DE EXPLORACIÓN

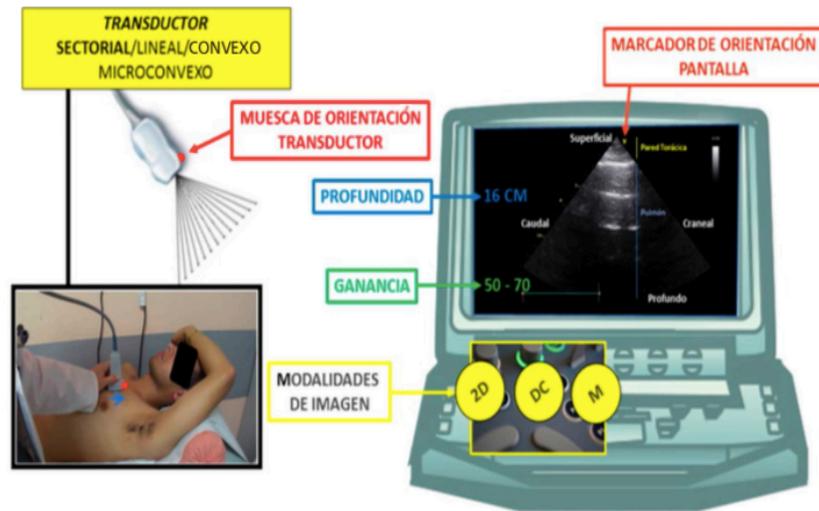
	FRECUENCIA	PROFUNDIDAD
	6 - 13 MHz	6 cm
	5 - 8 MHz	10 cm
	2 - 5 MHz	30 cm
	1 - 5 MHz	35 cm

El equipo de ecografía necesario para la realización de la técnica solo se precisa de imagen bidimensional y en modo M. Se puede utilizar cualquier transductor, es necesario recordar que a baja frecuencia se obtiene poca resolución pero mayor profundidad, entonces los transductores de baja frecuencia son preferibles para la evaluación de profundidad, parénquima, consolidación o derrames; y los transductores de alta frecuencia ofrecen una visualización mejor de las pleuras y su deslizamiento por su excelente resolución.

Los transductores lineales de frecuencia superior a 5 MHz (como el cardíaco) proporcionan mucha mejor resolución, de manera que, si el cardiólogo está realizando una ecocardiografía, no necesita cambiar de transductor. **Se ha sistematizado la exploración a través de la división de cada hemitórax en 6 regiones:** anteriores, laterales y posteriores que se subdividen a su vez en superiores e inferiores utilizando la línea axilar anterior, axilar posterior y mamilar.

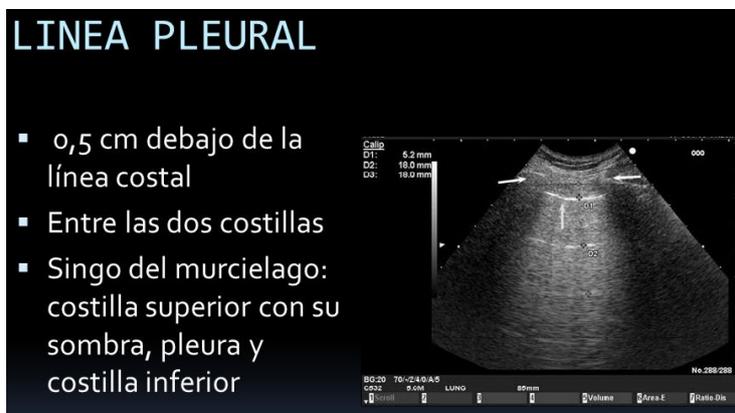


La colocación del transductor debe ser perpendicular al tórax con la muesca de orientación hacia la cabeza del paciente y manteniendo el indicador de orientación de la pantalla del lado derecho, como se usa durante la ecocardiografía, de manera que, en la pantalla, las estructuras superficiales se muestran en su parte superior y las craneales hacia la parte derecha de la misma.

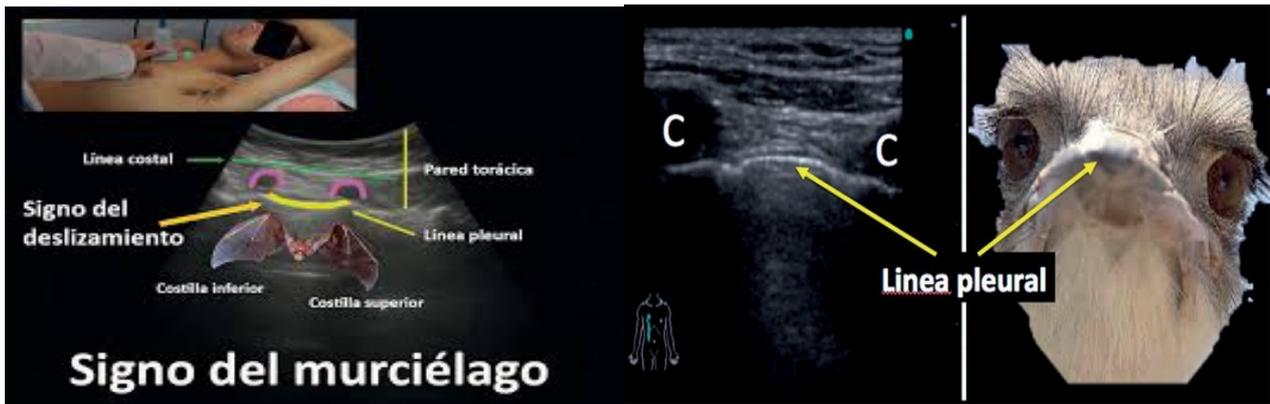


Colocando el transductor en la región anterosuperior del tórax, por debajo de la clavícula y utilizando las costillas como referencia anatómica, se obtiene una imagen ecográfica en la que se identifican de arriba hacia abajo, las estructuras superficiales que conforman la pared torácica (piel, tejido celular subcutáneo, músculos) y las costillas, que se observan como una línea hiperecogénica, horizontal y semicurva, a veces de aspecto ovoideo, que deja sombra acústica posterior. Trazando una línea por el reborde costal de dos costillas contiguas (línea costal), se identifica de 0,5-1 cm de la misma, a **la línea pleural**, uno de los hallazgos más relevantes en esta técnica.

**La línea pleural** se caracteriza por ser horizontal, hiperecoica, delgada (menos de 2 mm), lisa y dinámica, y forma con el reborde de las costillas la silueta de un murciélago (signo del murciélago), cuando se usa el transductor convexo, donde las alas corresponden al borde externo de las costillas y el cuerpo a la línea pleural.



Si se utiliza el transductor lineal, la imagen se hace lineal y asemeja un avestruz (signo del avestruz) donde los ojos corresponden a las costillas y el pico a la línea pleural. Estos dos signos son los que permiten ubicar anatómicamente la línea pleural. Con el transductor cardíaco el signo del murciélago no se distingue tan adecuadamente por la cercanía con la que se observan las estructuras superficiales en la pantalla, sin embargo, precisando las sombras acústicas posteriores dadas por las costillas, se logra ubicar la línea pleural por debajo de la línea costal.



La línea pleural es **dinámica** porque está formada por ambas capas de la pleura. La pleura parietal fija a la cara interna de la pared torácica y la pleura visceral adosada al parénquima pulmonar, entre las que existe un desplazamiento laterolateral durante la respiración, que le da a la línea pleural un aspecto chispeante, denominado **signo del deslizamiento**.



Este signo puede confirmarse en modo M por el **signo de la orilla de la playa**, donde las estructuras superficiales corresponden a las olas, la línea pleural a la orilla y el aspecto arenoso subyacente, al artefacto de movimiento producido por el deslizamiento pleural.

Para que se produzca el desplazamiento entre las pleuras y, por tanto, el **signo del deslizamiento** se genere, 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 o en neumotórax), desaparece el **signo del deslizamiento** y el **signo de la orilla de playa** se **sustituye** por el **signo de la estratosfera o código de barras**, caracterizado por la presencia de líneas



horizontales y paralelas.

## PATRONES DE LA IMAGEN ECOGRÁFICA PULMONAR.

### 1. PATRÓN DE PULMÓN AIREADO O PULMÓN SECO

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 hipoecoica con líneas A. Es importante aclarar que están presentes independientemente de donde se encuentre el aire, es decir, dentro del parénquima pulmonar o fuera del mismo, como ocurre en el neumotórax.



La presencia del signo de deslizamiento y las líneas A define el patrón de pulmón aireado o seco, que si bien constituye el patrón normalmente encontrado en individuos sanos, en pacientes con insuficiencia respiratoria también corresponde a patologías que cursan con atrapamiento aéreo, como asma o EPOC en exacerbación. Mientras que la *ausencia del signo del deslizamiento y la presencia de líneas A* tipifican el patrón de sospecha de neumotórax, que corresponde a un espacio subpleural 100% aire.

### 2. PATRÓN DE PULMÓN HÚMEDO O PATRÓN INTERSTICIAL

Si la composición del espacio subpleural es 95% aire y 5% líquido, las ondas ultrasónicas interactúan con un espacio ocupado por fluido y rodeado por el aire contenido en los alveolos (modelo de burbuja tetraédrica), produciéndose una serie de reflexiones que generan artefactos denominados "líneas B", anteriormente llamados artefactos en cola de cometa. Las líneas B **tienen seis características:**

- Son artefactos verticales, hiperecoicos.
- Se inician en la línea pleural.
- Se extienden hasta el final de la pantalla sin desvanecerse.
- Tienen aspecto de rayos láser.
- Ocultan las líneas A a su paso.
- Son dinámicas porque se mueven con el deslizamiento.



Pueden presentarse normalmente en número menor de 3 predominantemente en las regiones más declives del tórax. La **presencia de 3 o más líneas B en un espacio intercostal constituye un marcador del patrón de pulmón húmedo o patrón intersticial**, que indica la presencia de engrosamiento intersticial, vale decir, de los septos interlobulillares e intralobulillares, ya sea por líquido o por tejido fibrótico.

Una vez identificado y definido, este patrón debe caracterizarse y cuantificarse. La caracterización se hace en base a **cuatro parámetros** utilizando el modelo de cuatro regiones (anteriores y laterales):

- **Distribución.** De acuerdo a este parámetro son difusas si dos o más regiones están afectadas, y focales si el hallazgo se limita a una región.
- **Extensión.** Se refiere a si la afectación es unilateral o bilateral de acuerdo a los hemitórax afectados.
- **Homogeneidad/heterogeneidad.** Indica que todas las regiones están afectadas por el mismo patrón, o lo contrario, cuando las regiones no están afectadas por el mismo patrón.
- **Aspecto.** Finalmente, se caracteriza a la línea pleural según su aspecto liso o irregular/fragmentado.

Dependiendo de la caracterización del patrón intersticial en función de estos parámetros se puede orientar el diagnóstico, de tal manera que, si se identifica un **patrón intersticial difuso, bilateral, homogéneo con línea pleural lisa**, la etiología más probable será la de un patrón intersticial por **insuficiencia cardíaca**. En cambio, el patrón intersticial **difuso, bilateral, pero heterogéneo con línea pleural irregular** sugiere un patrón intersticial por **síndrome de distrés respiratorio agudo o enfermedad pulmonar intersticial** según sea el contexto clínico.

La cuantificación del patrón intersticial se puede realizar usando índices semicuantitativos o cualitativos. Para mayor facilidad en la práctica clínica, es recomendable utilizar la separación de líneas B en términos cualitativos:

- **Líneas B separadas**, cuando se pueden individualizar de forma clara.
- **Líneas B juntas o agrupadas**, cuando están cercanas unas a otras.
- **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.

El patrón de pulmón húmedo detecta edema pulmonar con una sensibilidad del 94% y especificidad del 92% (mucho mayor que la del examen físico o la radiografía de tórax) y se ha correlacionado significativamente con los niveles de péptido natriurético. La cuantificación de este patrón se correlaciona linealmente con la cantidad de líquido pulmonar extravascular de manera que las disminuciones de las líneas B indican una respuesta favorable al tratamiento, lo que permite utilizar la ecografía con fines terapéuticos y de seguimiento.

### 3. PATRÓN DE CONSOLIDACIÓN PULMONAR

Se presenta cuando la aireación es menor del 10%, es decir, hay predominio del componente líquido (90-95%). El parénquima pulmonar aparece con una densidad similar a la de un órgano sólido (hígado o bazo), conformando el *signo del tejido*. Este signo es la base del patrón de consolidación que agrupa una serie de patologías, como neumonía, atelectasia, infarto pulmonar, tumores y contusión, que se diferencian entre sí por características tales como la presencia de elementos internos como el broncograma aéreo (imágenes ecogénicas puntiformes o lineales), el límite o bordes con el parénquima pulmonar sano (**signo de la fragmentación**) o con la cavidad pleural (liso o lobulado), la forma, la vascularidad al Doppler color, el comportamiento con las maniobras respiratorias y su homogeneidad o heterogeneidad.



### 4. PATRÓN DE DERRAME PLEURAL

Cuando la composición del espacio subpleural es del 100% de líquido, se obtiene una imagen anecoica acorde a la característica física de transmisibilidad de las ondas ultrasónicas en los medios líquidos. Este hallazgo debe evaluarse en las zonas más declives del tórax, para lo que se exploran las ventanas posterolaterales e inferiores. En estas ventanas la referencia anatómica viene dada por la ubicación del hígado o bazo y el borde superior e hiperecogénico de estos órganos: el diafragma. Todo lo que se encuentre craneal al diafragma corresponde al tórax, específicamente al espacio pleural, que en este contexto se muestra como un espacio anecoico, que es el marcador del patrón de derrame pleural.



La ecografía pulmonar, además de confirmar y localizar el derrame pleural, permite su cuantificación y clasificación. Para su confirmación se utiliza el **signo de la medusa y del sinusoide** que corresponden al movimiento del parénquima pulmonar en el líquido, lo que además aporta información cualitativa acerca de la consistencia del parénquima pulmonar y la viscosidad del líquido. Para su cuantificación se dispone de una serie de fórmulas en decúbito supino y sedestación con variados rangos de precisión. Un grupo de los autores utiliza la fórmula de Balik, aplicada al paciente en decúbito supino con cabecera a 15°, en espiración y con el transductor ubicado en la región posterolateral inferior. Se mide el diámetro interpleural mayor en milímetros y se multiplica por 20, con lo que se obtiene el volumen aproximado en mililitros.

El derrame pleural se clasifica en **simple** cuando el área anecoica no tiene imágenes ecogénicas en su interior y **compleja** cuando las tiene, pudiendo ser puntiformes (**signo del plancton**) en el derrame complejo no tabicado, con tabiques en el derrame complejo tabicado o semejando la imagen de un órgano sólido por la densidad aumentada del líquido, en el derrame pleural complejo ecogénico difuso, hallazgo típico de losempiemas o hemotórax organizados.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. **Utility of the lung ultrasound in the intensive medicine unit.** *Med Intensiva.* 2010;34(9):620-628. doi:10.1016/j.medin.2010.04.004.
2. Picano E, Scali MC, Ciampi Q, Lichtenstein D. **Lung Ultrasound for the Cardiologist.** *JACC Cardiovasc Imaging.* 2018;11(11):1692-1705. doi:10.1016/j.jcmg.2018.06.023
3. Martindale JL, Wakai A, Collins SP, et al. **Diagnosing acute heart failure in the Emergency department: a systematic review and meta-analysis.** *Acad Emerg Med* 2016;23:223.
4. Hirschhaut Schor et al. **Ecografía pulmonar: un nuevo abordaje para cardiólogos.** *RETIC* 2018 (1); 2: 1-7

5. Neskovic AN, Hagendorff A, Lancellotti P, et al. Emergency echocardiography: the European Association of Echocardiography recommendations. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013;14:1
6. Garcia Araque et al. Semiology of lung ultrasonography – dynamic monitoring available at the patient's bedside. *Revista Colombiana de Anestesiología*. Volumen 43, Issue 4. October-December 2015. Pages 290-298
7. Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, et al. Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography, *JACC Cardiovasc Imaging* 2013; 6: 1141-1151.
8. Gargani L, Pang PS, Frassi F, et al. Persistent pulmonary congestion before discharge predicts rehospitalization in heart failure: a lung ultrasound study. *Cardiovasc Ultrasound* 2015; 13: 40
9. Chun Y. Lung Ultrasound – a primary survey of the acutely dyspneic patient. *J Int Care* 2016; 4: 57-69.
10. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577-591
11. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 2006; 24: 689-696.
12. Balik M, Plasil P, Waldauf P, et al. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 2006; 32: 318-321