

Ecografía Torácica
Volumen 1

Coordinador:
Javier Pérez Pallarés



Manual **Separ** de Procedimientos

33 Ecografía Torácica

Volumen 1



Sociedad Española
de **Neumología**
y **Cirugía Torácica**
SEPAR

Manual SEPAR de Procedimientos

Coordinación:

Javier Pérez Pallarés

Autores:

Felipe Andreo García
Ángel Barturen Barroso
Maribel Botana Rial
Francisco Javier Bravo Gutiérrez
Andrés Briones Gómez
Enrique Cases Viedma
Rosa Cordovilla Pérez
Noelia Cubero de Frutos
Víctor Curull Serrano
Marta Andrea Díez Ferrer
Javier Fernández Álvarez
Javier Flandes Aldeyturriaga
Alberto García Ortega
Miguel Iglesias Heras
Rosa López Lisbona
Marco López Zubizarreta

Roberto Martínez Alejos
Emma Martínez Moneo
Francisco de Borja Martínez Muñiz
Raquel Martínez Tomás
Manuel Núñez Delgado
Javier Pérez Pallarés
Antonio Tomás Ríos Cortés
Antoni Rosell Gratacós
Albert Sánchez Font
Antonio Santa Cruz Siminiani
José Sanz Santos
Pere Serra Mitjà
Maria del Mar Valdivia Salas
Jordi Vilaró Casamitjana
M.^a Victoria Villena Garrido

ISBN Obra completa: 84-7989-152-1

ISBN Módulo 33: 978-84-945873-9-9

© Copyright 2017. SEPAR



Editado y coordinado por RESPIRA-FUNDACIÓN ESPAÑOLA DEL PULMÓN-SEPAR
Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenamiento de información, sin el permiso escrito del titular del *copyright*.

Índice Volumen 1

Introducción	9
Aspectos básicos	11
Francisco Javier Bravo Gutiérrez Javier Fernández Álvarez Javier Pérez Pallarés	
Ecografía de la pared torácica	19
Maribel Botana Rial Manuel Núñez Delgado	
Pleura	37
Javier Pérez Pallarés Antonio Santa Cruz Siminiani María del Mar Valdivia Salas M ^a Victoria Villena Garrido	
Parénquima pulmonar y vasculatura	49
Javier Pérez Pallarés Antonio Santa Cruz Siminiani María del Mar Valdivia Salas	
Ecografía del Diafragma	63
Roberto Martínez Alejos Antonio Tomás Ríos Cortés Jordi Vilaró Casamitjana	
Mediastino	75
Rosa Cordovilla Pérez Miguel Iglesias Heras Marco López Zubizarreta	
Ebus Lineal: Más allá de ña pared bronquial	87
Noelia Cubero de Frutos Marta Andrea Díez Ferrer Rosa López Lisbona Antoni Rosell Gratacós	

Índice Volumen 2

Ecobroncoscopia radial	9
Víctor Curull Serrano	
Albert Sánchez Font	
Imagen Ganglionar. Elastografía	20
Felipe Andreo García	
Ángel Barturen Barroso	
Emma Martínez Moneo	
José Sanz Santos	
Pere Serra Mitjà	
Intervencionismo transtorácico guiado por ecografía	35
Andrés Briones Gómez	
Enrique Cases Viedma	
Alberto García Ortega	
Raquel Martínez Tomás	
Ecografía transtorácica como guía diagnóstica del paciente crítico	54
Javier Flandes Aldeyturriaga	
Francisco de Borja Martínez Muñiz	
Preguntas de Evaluación	68

ABREVIATURAS

BAL: Lavado bronco-alveolar
BLUE: Bedside Lung Ultrasound in Emergency
BTT: biopsia transtorácica
Ca.: Cáncer
cm: centímetros
CT: tomografía axial computarizada
CPCNP: Cáncer de pulmón de células no pequeñas
EBUS: ecobroncoscopia
E-FAST: Extended Focused Abdominal Sonography for Trauma Scan
Ej: ejemplo
ELA: esclerosis lateral amiotrófica.
EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica
ET: ecografía torácica
EUS-B: Ecoendoscopia realizada con un ecobroncoscopio vía esofágica
EUS: ultrasonografía endoscópica
FALLS: *Fluid Administration Limited by Lung Sonography*".
Fig: figura
FR: French
G: Gauge
GL: Ganglio linfático
l: litros
LPP: lesiones pulmonares periféricas
MHz: megahercio
ml: mililitros
mm: milímetros
PAAF: Punción aspiración con aguja fina
PET: Tomografía por emisión de positrones
"PLAPS": PosteroLateral Alveolar and/or Pleural Syndrome
POAP: Presión Arteria Pulmonar
RMN: Resonancia Magnética Nuclear
ROI: ventana de estudio o región de interés
ROSE: Rapid on site evaluation
Rx: radiografía
SESAME: "Sequential Emergency Scanning Assessing MEchanism Or Origin of Shock of Indistinct Cause."
TAC: tomografía axial computarizada
TC: tomografía axial computarizada
TEP: tromboembolismo pulmonar
TVP: trombosis venosa profunda
UCI: unidad de cuidados intensivos
US: Ultrasonidos
VATS: Toracoscopia videoasistida
VMNI: ventilación mecánica no invasiva
VPN: valor predictivo negativo



INTRODUCCIÓN

Javier Flandes Aldeyturriaga
Unidad de Bronoscopias y Neumología Intervencionista
Servicio de Neumología
Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz (Madrid)

La aplicación progresiva de la ecografía en la práctica neumológica es un hecho imparable tanto por el número de médicos que la van incorporando como el aumento de las indicaciones.

Si bien hace tan solo diez años la ultrasonografía era una herramienta utilizada para valorar los derrames pleurales, hoy en día se utiliza en el estudio de los neumotórax, neumonías, tromboembolismo, lesiones de la pared torácica, corazón y grandes vasos, mediastino, además de diversos protocolos como pueden ser los del manejo del paciente con insuficiencia respiratoria (BLUE) o del paciente con traumatismo toracoabdominal (E-FAST). La lista de indicaciones sería interminable si detallamos todas y además continuamente aparecen mejoras tecnológicas como puede ser la aplicación de la elastografía con el EBUS.

Ya están disponibles en el mercado los ecógrafos portátiles que caben en el bolsillo de la bata y permiten en la consulta, la planta o urgencias obtener una información vital que de otra forma precisaría otras pruebas o demorarían el diagnóstico.

Tanto en las Unidades de Broncoscopia y Neumología Intervencionista como en las Unidades de Cuidados Respiratorios, los ecógrafos ya son una realidad y se utilizan como una herramienta habitual. Sin embargo, en el área de hospitalización o consulta hay un recorrido mayor para su implantación. Las nuevas generaciones de neumólogos y cirujanos torácicos que salen formados en ecografía torácica van aumentando su utilización en todas las áreas.

Hay que felicitar al Dr. Javier Pérez Pallares por su tenacidad en sacar adelante este Manual SEPAR de Procedimientos que será una herramienta eficaz para la formación en ecografía torácica, pues los autores han sabido explicar de modo sencillo lo que puede ser muy complejo y siempre manteniendo un elevado nivel científico.

Esperemos que este Manual sea realmente un manual según la terminología clásica donde los lectores aprendan los conceptos básicos de la ecografía torácica que les permitirán avanzar sobre una base sólida.



ASPECTOS BÁSICOS

Javier Pérez Pallarés
Javier Fernández Álvarez
Francisco Javier Bravo Gutiérrez
Servicio de Neumología
Hospital General Universitario Santa Lucía (Cartagena, Murcia)

La ecografía presenta una serie de ventajas sobre el resto de técnicas radiológicas, entre las que destacan la ausencia de radiaciones ionizantes, la accesibilidad de los equipos, la posibilidad de realizar la exploración en la cabecera del paciente y la valoración de este en tiempo real. Dichas características son de especial utilidad en las personas más susceptibles a los efectos adversos de la radiación, como los niños y las embarazadas, o en pacientes de difícil movilización, como los ingresados en unidades de cuidados intensivos. La portabilidad de los ecógrafos permite el estudio de pacientes de forma extrahospitalaria por parte de equipos de urgencias.

En las enfermedades torácicas, la ecografía ha pasado de tener un papel secundario (debido a que un 99% de los ultrasonidos que emite el transductor ecográfico son repelidos en la interfase entre pleura y pulmón, la gran diferencia de impedancia acústica entre los tejidos blandos y el aire y la gran atenuación que sufren los ultrasonidos en su propagación a través de un medio aéreo) a ser una herramienta indispensable en el estudio de pleura, pulmón, pared torácica, mediastino y diafragma.

EQUIPAMIENTO Y TÉCNICA

EQUIPAMIENTO

a. Ecógrafo:

Actualmente existe una amplia gama de ecógrafos, muchos de ellos de pequeño tamaño y portátiles, los cuales ofrecen grandes prestaciones y calidad de imagen. La ecografía torácica puede realizarse con un equipo básico en modo bidimensional. Si bien no es estrictamente imprescindible, el Doppler color puede ser de gran utilidad para la identificación de estructuras vasculares.^{1,2}

b. Transductores o sondas (Figura 1):

Según el territorio que exploremos, podemos elegir entre los diferentes tipos de transductores o sondas que podemos emplear:

- **Lineales:** proporcionan un formato de imagen rectangular. Su frecuencia de trabajo es alta (7,5-10 MHz), por lo que se emplean para el estudio de estructuras superficiales. En el campo que nos concierne, es especialmente útil para el estudio de la pared torácica, la pleura (detección de nódulos/masas a nivel de la misma) y el espacio subpleural (especialmente útil ante la sospecha de neumotórax).
- **Sectoriales:** proporcionan un formato de imagen triangular o en abanico. Su frecuencia de trabajo es media-baja (3,5-5 MHz), por lo tanto, ofrecen mayor resolución en profundidad. Se usan fundamentalmente para evaluar estructuras abdominales o pélvicas.
- **Convexos:** ofrecen una imagen en forma de trapecio. Trabaja con frecuencias medias o bajas (3,5-5 MHz), por tanto, combina las ventajas de los dos tipos anteriores y proporciona buena visión en profundidad del tórax, con una visualización aceptable de la pleura y estructuras más superficiales. Son los más frecuentemente utilizados en patología torácica.^{1,2,3,4,5}

Todas las sondas presentan una marca o indicador, que se corresponde con un punto en la pantalla y es empleado como orientación.⁴



Figura 1. Sonda lineal, sectorial y convexa.

TÉCNICA

a. Modos ecográficos

En ecografía torácica podemos distinguir dos modos claramente diferenciados:

- Modo B (brillo o básico): es el formato más utilizado y conocido. Proporciona una imagen bidimensional del territorio explorado.
- Modo M (movimiento): ofrece una imagen unidimensional, con el objeto de analizar el desplazamiento de diferentes estructuras. Este modo es más frecuentemente empleado en el ámbito de la ecografía torácica y ecocardiografía y puede resultar de utilidad para el estudio de la movilidad diafragmática o el diagnóstico de neumotórax.

Con frecuencia, es necesario oscilar entre ambos modos para realizar un análisis apropiado del área de interés.^{1,4} (Figura 2).

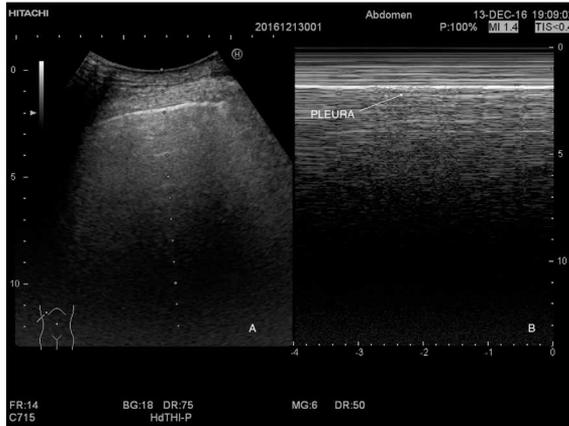


Figura 2. Ecografía torácica en modo B (A) y modo M (B).

b. Calidad de la imagen

Todos los equipos de ultrasonido disponen de varias funciones con el objetivo de optimizar la imagen ecográfica y facilitar la interpretación de los hallazgos. Los parámetros más frecuentemente utilizados son la profundidad, la ganancia, el foco, el zoom y el Doppler.

- **Profundidad:** hace referencia a la profundidad hasta la que penetrarán los haces de ultrasonidos en los tejidos. Debe adaptarse a cada perfil de paciente. Los pacientes con obesidad requerirán profundidades mayores; por el contrario, los niños y las mujeres pueden precisar una profundidad menor. De la misma manera, también hemos de ajustar la profundidad según el diagnóstico de sospecha. Por ejemplo, en el caso de que estemos buscando un neumotórax, la profundidad deberá ser menor con el objeto de visualizar la línea pleural y objetivar la ausencia del signo del deslizamiento, como se comentará en capítulos posteriores.
- **Ganancia:** permite incrementar o reducir la cantidad de ecos representados que recibe el transductor. Podemos, por tanto, ajustar el brillo de la imagen, pero no afecta a la resolución ni a la definición de la misma.
- **Foco:** el haz de sonido puede manipularse, de forma que obtengamos mayor resolución a un nivel de profundidad determinado. Las sondas actuales permiten utilizar focos múltiples.

paciente en decúbito supino, cuando interesa estudiar la parte anterior del tórax, el diafragma (especialmente útil en el estudio de la motilidad del mismo) o las bases pulmonares, así como en el estudio de pacientes graves. (Figura 4).



Figura 4. Colocación del paciente sentado con apertura de espacios intercostales gracias a la elevación de los brazos usando dispositivo móvil.

El transductor puede colocarse longitudinalmente, perpendicular a las costillas, con lo que se puede apreciar el “signo del murciélago” (Figura 5) formado por las costillas superior e inferior y la línea pleural, o de forma transversal, paralelo a las costillas, lo que permite una visualización completa de la línea pleural sin sufrir interrupciones por las costillas.



Figura 5. “Signo del murciélago”.

Es muy importante seguir una sistemática con el objetivo de no dejar por explorar ninguna de las zonas visibles con ecografía. Para ello, sujetamos la sonda firme y cómodamente realizando leves movimientos de balanceo y rotación de la misma hasta conseguir la mejor visión de la imagen deseada. Posteriormente, deslizamos el transductor a lo largo de los espacios intercostales desde la zona paravertebral hasta la zona paraesternal de ambos hemitórax. Es aconsejable comenzar desde la parte inferior de cada hemitórax identificando el bazo o el hígado, según el lado, y ascender progresivamente hasta los ápex o hasta localizar la imagen o lesión que busquemos⁶⁻⁸ (Figura 6).



Figura 6. Sistemática exploratoria en ecografía torácica.



BIBLIOGRAFÍA

1. Gordillo Arenas M, Del Castillo Otero D, Valenzuela Mateo F et al. La ecografía como técnica neumológica. Monografías NeumoSur.
2. Otero del Castillo D, Gordillo Arenas M. Ecografía Torácica. Revista Española de Patología Torácica 2016; 28 (2) Suplemento 1; 15-32.
3. Lyn-Kew K, Koenig S. Bedside Ultrasound for the Interventional Pulmonologist. Clin Chest Med. 2013; 34 473-485.
4. Shojaee S, Argento C. Ultrasound-Guided Pleural Access. Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine. 2014; vol. 35 6.
5. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: Lung Ultrasound. Cardiovascular Ultrasound. 2014; 12: 25.
6. Diacon AH, Theron K, Bollinger CT. Transthoracic ultrasound for the pulmonologist. Curr Opin Pulm Med. 2005; 11: 307-312.
7. Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Thoracic ultrasonography for the pulmonary specialist. Chest. 2011; 140: 1332-1341.
8. Lobo V, Weingrow D, Perera P et al. Thoracic Ultrasonography. Crit Care Clin. 2014; 30: 93-117.



ECOGRAFÍA DE LA PARED TORÁCICA

Maribel Botana Rial

Manuel Núñez Delgado

Unidad de Endoscopia Respiratoria y Neumología Intervencionista
Servicio de Neumología. Hospital Álvaro Cunqueiro - EOXI (Vigo, Pontevedra)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los neumólogos hemos incorporado la ecografía como una herramienta altamente eficaz para el diagnóstico de patología torácica, principalmente en el estudio del derrame pleural, diagnóstico y manejo del neumotórax, algunas alteraciones parenquimatosas, diafragmáticas, mediastínicas (EUS, EBUS), y en muchas ocasiones, como guía imprescindible para la toma óptima de biopsias.¹

La pared torácica es una parte estructural importante del tórax y el lugar donde asienta gran cantidad de patología primaria o secundaria. Por tanto, debe conocerse perfectamente su sonoanatomía normal como base imprescindible para identificar con claridad y seguridad los hallazgos patológicos.

Por otra parte, al estar localizada superficialmente, es la parte del tórax más fácilmente explorable con ecografía, teniendo siempre en cuenta las limitaciones que supone la presencia de tejido óseo, que al absorber por completo y, por lo tanto, impedir la transmisión de ultrasonidos, produce su característica sombra acústica. Además, el carácter dinámico de la exploración ecográfica permite evaluar el movimiento de las estructuras normales y patológicas añadiendo un elemento adicional a la interpretación de los hallazgos. Finalmente, la posibilidad de colocar la sonda en diferentes posiciones permite al ecografista tener una imagen tridimensional.²

En el presente capítulo del manual se abordarán aspectos relacionados con la apariencia ecográfica normal y las lesiones más frecuentes que pueden asentar en esta estructura anatómica.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y METODOLOGÍA DE LA EXPLORACIÓN ECÓGRAFO Y TIPO DE SONDAS

Dado que las estructuras de la pared torácica son superficiales, la mejor opción es utilizar sondas lineales de 7,5 MHz, que, aunque con escasa penetración, permiten una mejor definición y resolución de las imágenes. Dependiendo de los casos, se puede complementar la exploración con sondas convexas de 3,5-5 MHz para obtener imágenes más en profundidad y panorámicas que permiten ver la relación con otras estructuras profundas, particularmente cuando la sombra de la costilla oculta parcialmente la lesión a evaluar. Es conveniente que el ecógrafo cuente con Doppler para identificar estructuras vasculares, sobre todo cuando se pretende realizar punción o biopsia ecoguiada.

POSICIÓN DEL PACIENTE Y METODOLOGÍA DE LA EXPLORACIÓN

El examen de la pared torácica se puede llevar a cabo siguiendo la metodología general de la exploración ecográfica del tórax, con el paciente sentado para la visualización de las caras dorsal y lateral y las axilas, o en decúbito supino o lateral para la cara ventral.

En general, la ecografía no se utiliza para evaluar toda la pared torácica buscando patología (para ello es más sensible la radiología convencional), sino más bien para hacer una valoración meticulosa de una zona concreta previamente detectada por la clínica (dolor, tumefacción) o imagen radiológica (Rx simple, TC). Así, muchos autores recomiendan limitar la exploración a la zona clínica o radiológicamente afectada³ utilizando, como se ha dicho anteriormente, la sonda convexa de 3,5 MHz y la lineal de 7,5 MHz de manera complementaria según la posición y características de la lesión.

Algunos autores recomiendan empezar la exploración con secciones perpendiculares y posteriormente con planos longitudinales de costillas y espacios intercostales. Mediante movimientos de elevación y rotación de los brazos se puede desplazar algo las escápulas, lo que permite explorar un par de centímetros más de esta región habitualmente oculta.⁴

La exploración del estrecho torácico superior y región del yugulum es más difícil por los desniveles existentes debido a la configuración anatómica (clavículas, yugulum), y debe realizarse con una sonda convexa de pequeño tamaño. En esta región se pueden observar vasos, ganglios y músculos, así como la clavícula.

La región diafragmática se tratará en un capítulo específico.

INDICACIONES

- Traumatismo torácico.
- Dolor postraumático o de causa desconocida.
- Evaluación y categorización de bultoma palpable en la pared.
- Evaluación de lesiones radiológicamente visibles (Tc o Rx simple) en costillas o partes blandas.
- Evaluación de invasión de la pared torácica por Ca. de pulmón, pleura o mama.
- Guía para punción o biopsia de tumores o adenopatías.

CONTRAINDICACIONES

- No hay contraindicaciones.

COMPLICACIONES

- La técnica en sí no tiene complicaciones y no necesita consentimiento informado.

LA PARED TORÁCICA NORMAL

Las líneas generales de interpretación ecográfica de la pared torácica son similares a la ecografía musculoesquelética.⁴ Se puede visualizar piel, tejido conjuntivo, músculo, hueso, cartílago, vasos, nervios, ganglios linfáticos y pleura (Figura 1). Las mamas, aunque son fáciles de explorar sonográficamente, no se tratarán en este capítulo.

La estructura anatómica de la pared torácica es comparable a una jaula con barrotes horizontales/oblicuos (costillas) con una apertura estrecha superior y otra más ancha inferior (diafragma). Las columnas óseas posterior (columna vertebral) y anterior (esternón) y los triángulos de las escápulas completan la estructura.

La pared torácica está estructurada ecográficamente en capas. Puede distinguirse, de fuera a dentro, **la piel** como una línea continua hiperecoica, seguida de una capa de espesor variable, correspondiente a **tejido conectivo subcutáneo**, que contiene grasa y fibras y se visualiza sin patrón definido, generalmente hipoeico. Más en profundidad encontramos **tejido muscular**, cuyas fibras se visualizan como bandas paralelas. Dependiendo de la localización anatómica, se pueden ver músculos antepuestos a las costillas o solamente en las zonas intercostales⁴ (Figura 1).



Figura 1. Pared torácica normal: * piel, tejido subcutáneo. A: músculo; C: cartílago.

Las partes óseas, costillas, esternón, clavículas y escápulas, dada su propiedad de absorción completa de los ultrasonidos, permiten ver únicamente la cortical superficial como una línea lisa, bien delimitada, ininterrumpida, hiperecogénica, y la sombra acústica subyacente. Al contrario que el tejido óseo, el cartílago es bien penetrado por los ultrasonidos, no produce sombra acústica y permite ver

toda su estructura (habitualmente hipoeoica y homogénea) y las estructuras más en profundidad^s (Figuras 2 y 3). **Las costillas**, tanto en su parte ósea como cartilaginosa, pueden y deben ser visualizadas en sus planos transversales y longitudinales (Figura 3). La pleura parietal y visceral se visualiza (excepto en las zonas subyacentes a las costillas óseas y escápulas) como una línea hiperecoica que, en condiciones normales, se desliza con los movimientos respiratorios (signo del deslizamiento pulmonar).

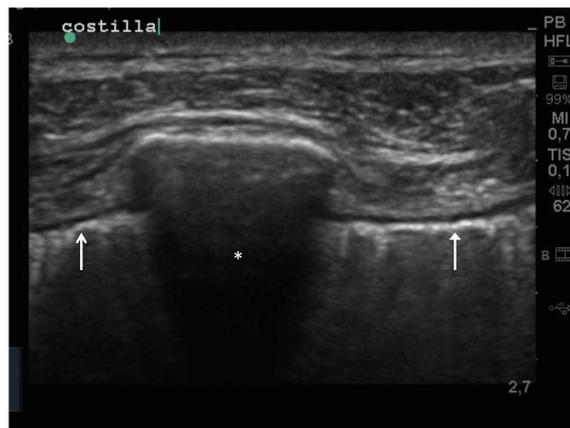


Figura 2. Costilla. Visión transversal. * Sombra acústica. ↗ pleura visceral.

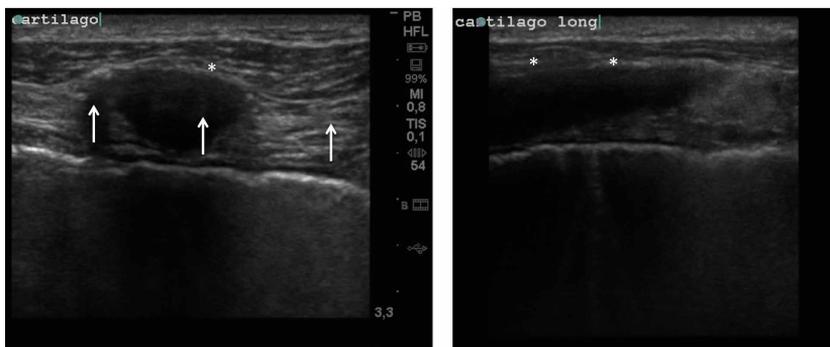


Figura 3. Cartílago costal normal. **A: Visión transversal.** Nótese que no existe la sombra acústica presente en la costilla dejando ver las estructuras subyacentes. ↗ pleura visceral; * cartílago costal. **B: visión longitudinal.**

La **región esternal** presenta las características ecográficas de los huesos (cortical externa y sombra acústica) de mucho mayor tamaño que las costillas. A menudo se puede visualizar la unión del cuerpo con el manubrio formando un ángulo característico (Figura 4.D).

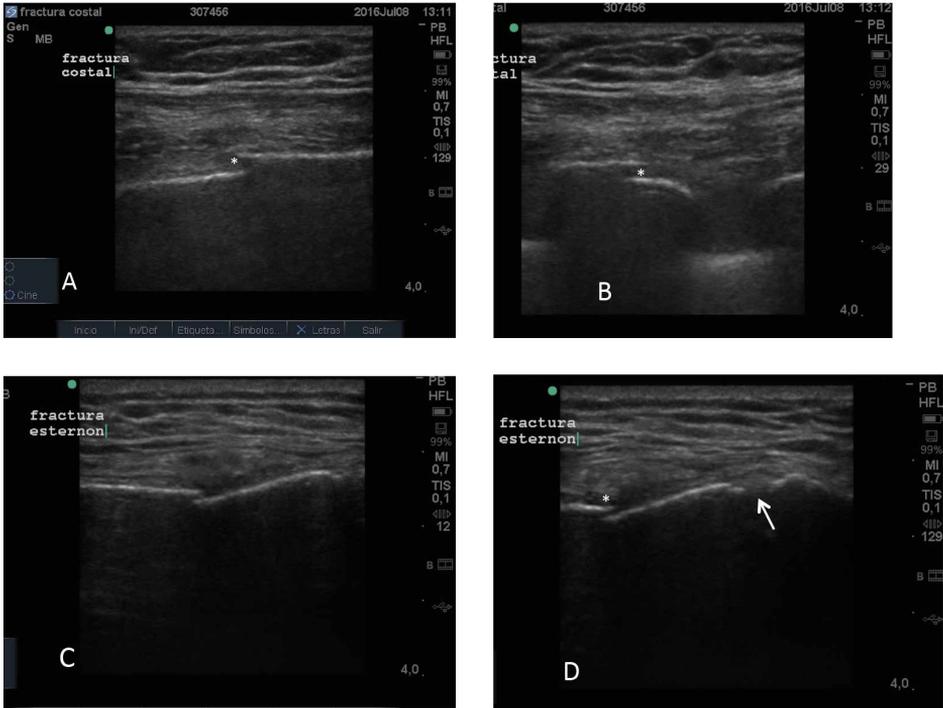


Figura 4. Fracturas. A: Fractura ósea costal, visión longitudinal. B: Fractura ósea costal, visión transversal. C y D: Fractura esternal, visión longitudinal. * disrupción de la cortical; ↗ ángulo esternal (Lewis).

PATOLOGÍA DE LA PARED TORÁCICA

La pared torácica puede presentar patología traumática, infecciosa, inflamatoria y tumores benignos y malignos, tanto primitivos de cualquiera de sus componentes estructurales (músculo, grasa, nervio, hueso, cartílago...) como metastásicos. También puede presentar, y a menudo presenta, invasión tumoral directa de tumores de estructuras adyacentes, fundamentalmente pulmón y pleura, pero tam-

bién mama y mediastino, siendo en este caso fundamental constatar con certeza dicha eventualidad para una correcta estadificación.

Como en toda exploración ecográfica, se debe evaluar los cambios patológicos en cuanto a forma y tamaño, patrón ecográfico (estructura y ecogenicidad), determinar en lo posible el carácter sólido o líquido de la lesión, determinar la posible presencia de signos de invasión directa o desplazamiento de estructuras adyacentes y, mediante el uso del Doppler, la presencia y las características de vascularización, tanto en el interior de la lesión como en su vecindad. Esto, como se ha mencionado anteriormente, exige un buen conocimiento de la sonoanatomía normal, y en todo caso siempre se puede comparar con áreas normales adyacentes o contralaterales.

LESIONES TRAUMÁTICAS

Tras un traumatismo torácico, se debe hacer la ecografía sobre la zona dolorosa para objetivar ecográficamente la presencia de fracturas o fisuras costales, contusiones, hematomas y enfisema subcutáneo. A menudo se asocian también derrame pleural y/o neumotórax, que serán tratados en otro capítulo.

Fracturas costales y esternales

La ecografía es más sensible que la radiografía simple para detectar **fracturas costales y esternales** sin desplazamiento.⁴ Tanto en secciones ecográficas transversales como longitudinales, se puede observar una disrupción de la cortical con mayor o menor grado de desplazamiento, si existe (Figura 4). En casos de pequeñas fisuras, solamente se observarán mediante signos indirectos pero muy típicos en forma de múltiples pequeños artefactos de reverberación apilados conocidos como **signo o fenómeno de la chimenea o del faro**. A medida que la fractura va consolidando y se forma el callo óseo, van apareciendo pequeños ecos en la zona de disrupción costal hasta la total calcificación con su característica sombra acústica.³

Las **lesiones en los cartílagos costales** a menudo pasan desapercibidas en la radiografía simple, pero casi siempre se pueden detectar con ecografía como líneas finas dentro del cartílago, paralelas a la superficie de la costilla. Estas alteraciones en el interior de los cartílagos suelen mantenerse visibles durante años.

Hematomas

Es frecuente observar, en la zona adyacente a las fracturas, áreas de hematoma visibles como colecciones subcutáneas o intramusculares con márgenes mal definidos, usualmente anecoicas o hipoeoicas, y dependiendo del grado de organización presentan ecos inhomogéneos en su interior.^{1,6}

Enfisema subcutáneo

El enfisema subcutáneo se visualiza como imágenes hiperecoicas intraparietales y líneas E, que son líneas verticales similares a las líneas B pero que en lugar de nacer en la pleura parietal aparecen en el espesor de la pared extrapleural, es decir, comienzan por fuera de las costillas.⁷ Es importante no confundir estas líneas E con las líneas B (se originan en la pleura) para no malinterpretar la posible presencia de un neumotórax. En todo caso, el enfisema subcutáneo es más fácilmente diagnosticado con la exploración clínica (crepitación) y la radiología.

LESIONES INFECCIOSAS E INFLAMATORIAS DE LA PARED TORÁCICA

Absceso. Quistes. Fístulas

Ocasionalmente, bien sea por infección secundaria de un hematoma, extensión con fistulización de una infección mamaria, empiema pleural o hidrosadenitis axilar, se produce un absceso en la pared torácica que ecográficamente se presenta como una masa hipoecoica con bordes irregulares, generalmente con una formación capsular hiperecoica irregular y la presencia de ecos flotantes en su interior. En estos casos, la ecografía es de gran utilidad para guiar el drenaje percutáneo en caso de que fuera necesario^{6,8} (Figura 5).

Raramente, otras lesiones quísticas infecciosas, parasitarias, inflamatorias o postquirúrgicas (seromas) pueden ser evidenciadas ultrasonográficamente en la pared torácica con su característico aspecto hipoecoico o anecoico con el habitual artefacto de refuerzo posterior. En ocasiones, incluso puede llegar a verse el trayecto fistular desde el espacio pleural.

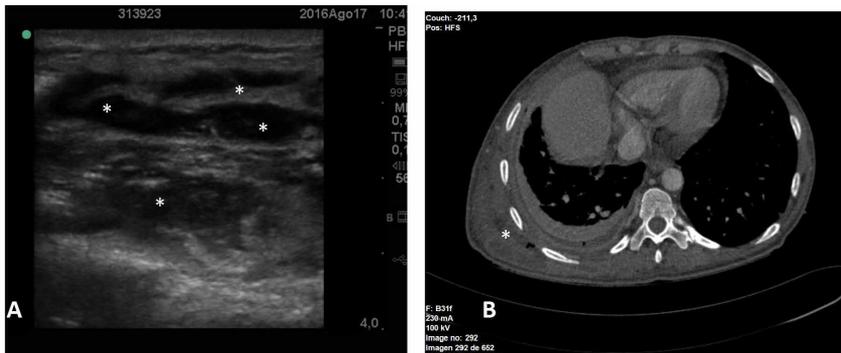


Figura 5. A: Absceso por empiema afectando al subcutáneo y capas musculares. B: TC del mismo paciente.

TUMORES DE LA PARED TORÁCICA

En la pared torácica pueden aparecer tumores benignos y malignos primitivos originados en cualquiera de sus estructuras, tanto partes blandas (músculo, nervio, vaso, tejido conectivo, ganglios y tejido linfático) como hueso y cartílago. También pueden asentar aquí metástasis de tumores malignos de cualquier origen. En general, se manifiestan como lesiones ocupantes de espacio o lesiones osteolíticas si asientan en la parte ósea de las costillas. Además, la pared torácica con frecuencia es localmente invadida por neoplasias de estructuras vecinas, sobre todo de pleura y pulmón, pero también de mama y de tejidos mediastínicos.

Las características ultrasonográficas que sugieren malignidad son: el tamaño mayor de 2 cm, mala delimitación, ausencia de cápsula y un patrón de neovascularización intratumoral irregular evidenciado mediante el uso del Doppler. La ecoestructura es variable, aunque los patrones de ecogenicidad irregular, las áreas de necrosis intratumoral y la tendencia a invadir pleura y piel son también sugestivas de neoplasia maligna.¹

Al examinar ecográficamente un tumor en la pared, se debe realizar una evaluación sistemática de tamaño (medir diámetros), forma (bordes afilados y bordes curvados y lisos son sugestivos de localización extrapulmonar), localización estrictamente extrapulmonar o pulmonar con extensión a la pared, carácter quístico (anecoico con refuerzo posterior) o sólido (hipoecoico o hiperecoico más o menos regular con áreas de necrosis en su interior) y posible invasión de estructuras vecinas, sobre todo partes óseas, vasos, pleura y pulmón. Es conveniente evaluar el movimiento del tumor durante la respiración (si se mueve sincrónicamente, indicaría afectación del pulmón) y delimitar la relación del tumor con la pleura y su característico signo de deslizamiento que, en caso de estar presente, indicaría que no está afectada.^{9,10}

La distinción ecográfica entre los distintos tumores requiere un grado de experiencia que generalmente excede las habilidades del neumólogo, por lo que no serán individualizados en este capítulo, aunque pueden ser consultados en las referencias.^{6,9}

En todo caso, a pesar de sus ventajas, la ecografía complementa, no sustituye, a otras técnicas de imagen (TC, RM) cuando hay sospecha de enfermedad maligna. En caso de ser necesario el diagnóstico de certeza, siempre se requerirá una punción o biopsia de la lesión. Nos limitaremos a mencionar los distintos tumores posibles.

Tumores benignos

Son lesiones bien delimitadas, generalmente hipoecoicas, aunque depende del contenido de grasa, relativamente homogéneas e hipovasculares o con patrón de vascularización regular^{1,6} (Figuras 6 y 7).

- Lipoma.
- Fibroma.
- Hamartoma de la pared torácica.
- Hemangioma.
- Linfangioma o quiste linfático.
- Condroma y osteocondroma.
- Neurofibroma y schwannoma benigno o neurilemoma.
- Quistes epidérmicos de inclusión.
- Histiocitosis de células de Langerhans limitadas a costilla.

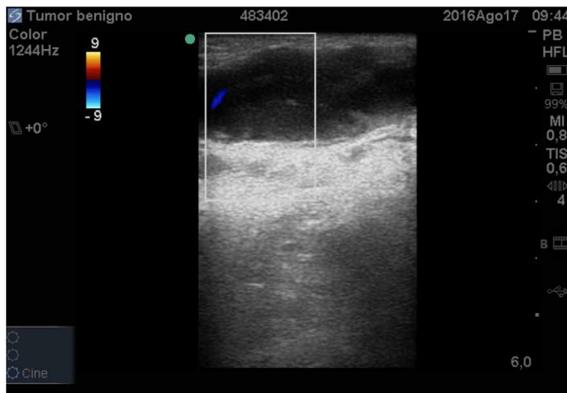


Figura 6. Tumor benigno. Nótese la escasa neovascularización.



Figura 7. Fibrolipoma (entre *).

Tumores malignos

Suelen tener márgenes irregulares, ecoestructura inhomogénea (a veces con áreas de necrosis intratumoral) con tendencia a invadir estructuras adyacentes (hueso, pleura, piel...) y con patrón Doppler de neovascularización irregular.¹ Las metástasis osteolíticas costales suelen manifestarse como masas generalmente hipoecóicas con afectación de la cortical, que se observa irregular e interrumpida en lugar de la fina línea continua habitual (Figura 8).

- Sarcomas
 - Condro y osteosarcoma.
 - Schwannoma maligno.
 - Sarcoma de Ewing.
 - Sarcomas de partes blandas.

- Tumores epiteliales primarios y metastásicos
 - Linfomas.
 - Carcinomas.
 - Plasmocitoma.
 - Melanoma.
 - Mieloma Múltiple.
 - Metástasis óseas, ganglionares o en tejidos blandos.

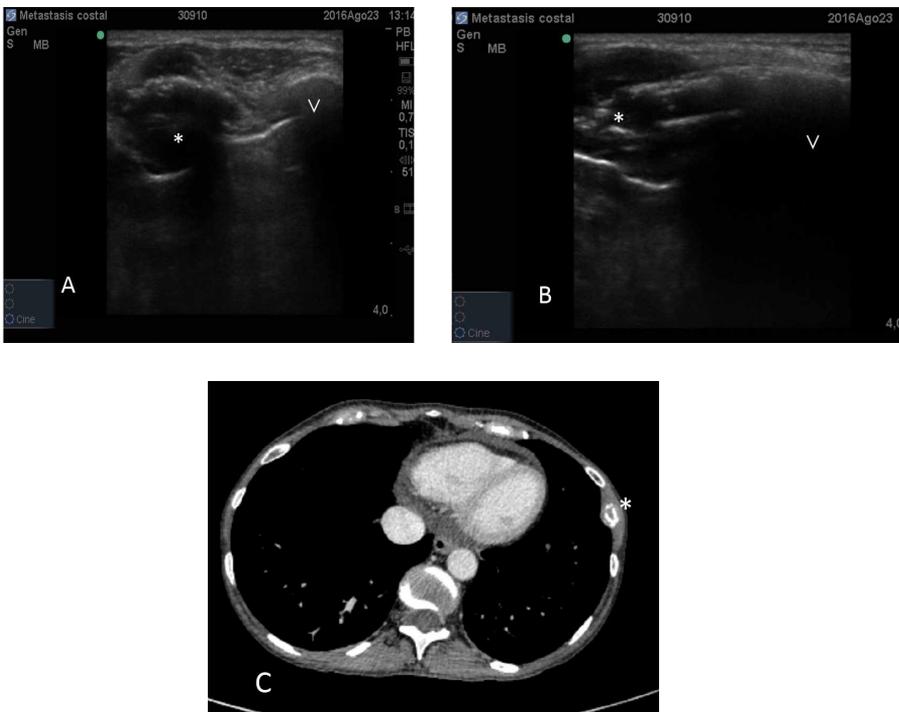


Figura 8. Metástasis ósea costal. A: Visión transversal. B: Visión longitudinal. *: costilla afectada. V: Costilla no afectada. Nótese la sombra acústica completa en la costilla sana y la permeación a los ultrasonidos de la costilla afecta.

C: TC que muestra la mencionada lesión *.

ADENOPATÍAS EN LA PARED TORÁCICA

Generalmente son tumoraciones palpables, dolorosas o no, en región axilar o supraclavicular, aunque pueden aparecer en cualquier parte de la pared torácica, y que pueden ser inflamatorias o tumorales, tanto metástasis ganglionares de tumores de cualquier origen como verdaderos linfomas. Aunque la valoración ecográfica cuidadosa y en manos expertas tiene algún valor para diferenciar malignidad, la verdadera naturaleza de la lesión nunca debe establecerse en base únicamente a criterios sonomorfológicos, y siempre se requiere confirmación citohistológica. En general, los criterios de malignidad/benignidad son similares a los descritos previamente para lesiones tumorales no ganglionares;⁶ **las adenopatías, por su estructura peculiar muestran algunos rasgos diferenciales** (Tabla I) (Figura 9).

Tabla I. Aspecto ecográfico de adenopatías de la pared torácica

	Inflamación	Linfoma	Metastásico
Forma	Oval, longitudinal, triangular	Redondeado	Redondeado
Márgenes	Lisos	Lisos	Irregulares
Delimitación	Bien delimitada	Bien delimitada	Mal delimitada
Tipo de crecimiento	Adaptado a estructuras adyacentes	Desplaza estructuras adyacentes	Invasivo
Movilidad	Buena movilidad	Buena movilidad	Mala movilidad
Ecogenicidad	Márgenes hipoeoicos, signo del hilio graso central	Homogéneo hipoeoico	Inhomogéneo
Patrón de vascularización Doppler	Regular, central	Irregular	Caótico

* Tabla adaptada de referencia 6.



Figura 9. Adenopatía metastásica.

INVASIÓN DIRECTA DE LA PARED TORÁCICA POR TUMORES PLEURALES Y PULMONARES

A efectos de estadificación y de una adecuada planificación de la extensión de la resección quirúrgica (resección en bloque), en caso de estar indicada, es fundamental asegurarse preoperatoriamente de la posible invasión de pleura y pared torácica por un carcinoma pulmonar periférico o un mesotelioma. Para ello, la ecografía torácica, en manos expertas, tiene una mayor sensibilidad que la TC, aunque menor especificidad, y un rendimiento comparable al de la RM.¹⁰⁻¹²

En estas circunstancias (sospecha en CT de invasión de la pared por un cáncer de pulmón versus simple contacto e impresión sobre la pleura de esta zona), se debe proceder de la siguiente manera: Comenzar la exploración con una sonda convexa de 3,5 MHz para localización panorámica de la masa y sus relaciones, seguida de valoración con sonda lineal de 7,5 MHz para mejor visualización de los detalles finos y valoración de la pleura y su integridad.¹⁰ Con el Doppler pondremos de manifiesto la presencia y el tipo de vascularización dentro de la masa ayudando a categorizar su posible carácter maligno.¹³⁻¹⁴ Es muy importante realizar una exploración dinámica para valorar la presencia o ausencia de movimiento de la masa de manera sincrónica con la respiración, lo que pondría de manifiesto invasión de la pared.

En una serie prospectiva de 90 pacientes con tumores pulmonares periféricos, considerando como datos de invasión pleural la presencia de 2 de los siguientes datos: 1) Crecimiento obvio del tumor en la pared torácica; 2) Signos de invasión o destrucción de una costilla; 3) discontinuidad o interrupción de la línea pleural; 4) Pérdida de movimiento sincrónico con la respiración de la masa, Bandi et al. obtuvieron una sensibilidad del 89% y un VPN del 95% versus 42% y 80% respectivamente del TC^{10-11,15} (Figura 10).



Figura 10. Masa pulmonar con invasión de la pared torácica.
Sonda convexa.

OTRAS ALTERACIONES DE LA PARED TORÁCICA VISIBLES CON ECOGRAFÍA

- **Cuerpos extraños.** Dependiendo de su ecogenicidad, generalmente se verá una imagen hiperecoica con más o menos sombra acústica posterior según su composición (metálico, hueso, plástico...).¹
- **Tubos de drenaje.** Imágenes lineales tubulares que atraviesan la totalidad de la pared (Figura 11).
- **Cicatrices postquirúrgicas:** aparecen como zonas de estructuras confusas, con las capas musculares desorganizadas.
- **Seromas:** Se ven como áreas anecoicas sin cápsula.^{6,16}

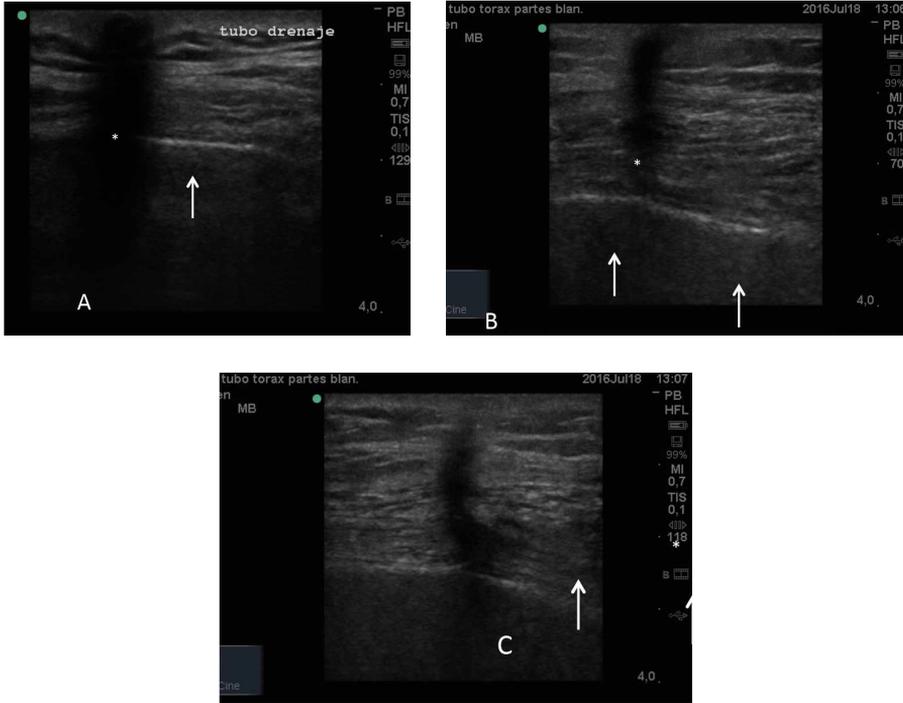


Figura 11. Tubos de drenaje. A: tubo pigtail relleno de líquido (anecoico) atravesando la totalidad de la pared*. B: Tubo fuera de la cavidad pleural. C: Tubo alojado en la pared torácica. *Nótese la forma de pigtail en el espesor de la pared. Flecha: Pleura

BIBLIOGRAFÍA

1. Chira R, Chira A, Adrian Mircea P. Thoracic Wall ultrasonography-normal and pathological findings. Pictorial essay. *Med Ultrason*. 2011; 13 (3), 228-233.
2. Mathis G. Thoraxsonography: Part I Chest Wall and pleura. *Ultrasound Med Biol*. 1997; 23: 1131- 1139.
3. Koh DM, Burke S, Davies N, Padley SPG. Transthoracic US of the chest. *Radiographics*. 2002; vol. 22 núm.1. <http://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/radiographics.22.1.g02jae1e1>.
4. Dubs-Kunz B. Sonography of the chest Wall. *Eur J Ultrasound*. 1996; 3: 103-111.
5. Beckh S, Bölcskei PL, Lessnau KD. Real-time chest sonography. A comprehensive review for the pulmonologist. *Chest*. 2002; 122: 1759-1763.
6. Mathis G, Blank W. The Chest Wall. En Mathis G (ed.). *Chest Sonography*. Berlín - Heidelberg, Springer, 2008; p. 11-22.
7. Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Med*. 2011; 37(2): 224-232.
8. Youk JH, Kim EK, Kim MJ, Oh KK. Imaging findings of chest wall lesions on breast sonography. *J Ultrasound Med*. 2008; 27 (1): 125-138.
9. Saito T, Kobayasi H, Kitamura S. Ultrasonographic approach to diagnosis chest wall tumors. *Chest*. 1988; 94: 1271-1275.
10. Bandi V, Lunn W, Ernst A, Eberhardt R, Hoffmann H, Herth FJ. Ultrasound vs CT in detecting chest Wall invasion by tumor. A prospective study. *Chest*. 2008; 133(4): 881-886.
11. Wahidi MM. Ultrasound: The pulmonologist's new best friend. *Chest*. 2008; 133(4): 836-837.
12. Sugama Y, Tamaki S, Kitamura S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of pleural and chest wall invasion of lung cancer. *Chest*. 1988; 93: 275-279.

13. Yuan A, Chang DB, Yu CJ et al. Color doppler sonography of benign and malignant pulmonary masses. *Am J Roentgenol.* 1994; 163: 545-549.
14. Hsu WH, Ikoze J, Chen CY et al. Color Doppler ultrasound signals of thoracic lesions: correlation with resected histologic specimens. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996; 153: 1938-1951.
15. Suzuki N, Saito T, Kitamura S. Tumor invasion of the chest wall in lung cancer: diagnosis with US. *Radiology.* 1993; 187: 39-42.
16. Koegelemborg CFN, Diacon AH, Bollinger CT. Transthoracic ultrasound for chest wall, pleura and the periferal lung. En Bollinger CT, Hearth FJF, Mayo PH, Miyazawa T, Beamis JF (eds.). *Clinical Chest Ultrasound: From the ICU to the bronchoscopy suit.* Prog Respir Res. Basilea, Karger, 2009; vol. 37, 22-33.



PLEURA

M^a Victoria Villena Garrido
Jefe de Servicio de Neumología
Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid)
Profesor Titular de Medicina. Universidad Complutense de Madrid (Madrid)

ICONOGRAFÍA
Javier Pérez Pallarés
Antonio Santa Cruz Siminiani
María del Mar Valdivia Salas
Servicio de Neumología
Hospital General Universitario Santa Lucía (Cartagena, Murcia)

INTRODUCCIÓN

La utilización en la práctica diaria de la exploración ecográfica de la pleura y el espacio pleural se realiza desde hace décadas. Es recomendable contar al menos con una sonda convexa de pequeño tamaño y, si es posible, con una sonda lineal. Aunque el modo más utilizado es el B, se recomienda también disponer de modo M, muy útil en algunas patologías, como el neumotórax.

La posición más adecuada para la exploración es con el sujeto sentado en un taburete, con los brazos apoyados hacia delante, formando aproximadamente un ángulo de 90° con el tronco. Esta posición permite optimizar la ventana de exploración ampliando los espacios intercostales y produciendo la lateralización de la escápula^{1,2} (Figura 1).

En los pacientes que no pueden adoptar la posición de sedestación, la ecografía se puede realizar en decúbito supino explorando en los espacios intercostales a nivel de la línea axilar media o posterior.



Figura 1. Posición habitual para la realización de una ecografía pleural. El paciente está en sedestación, con los brazos apoyados haciendo un ángulo recto con el tronco, lo que permite lateralizar la escápula y aumentar el tamaño de los espacios intercostales.

SIGNOS Y HALLAZGOS NORMALES

El grosor de la pleura normal es de aproximadamente 0,2 a 0,4 mm. Si la exploración se realiza con una sonda de baja frecuencia, ambas membranas se visualizan como una única línea hiperecoica paralela a la pared torácica (Figura 2).

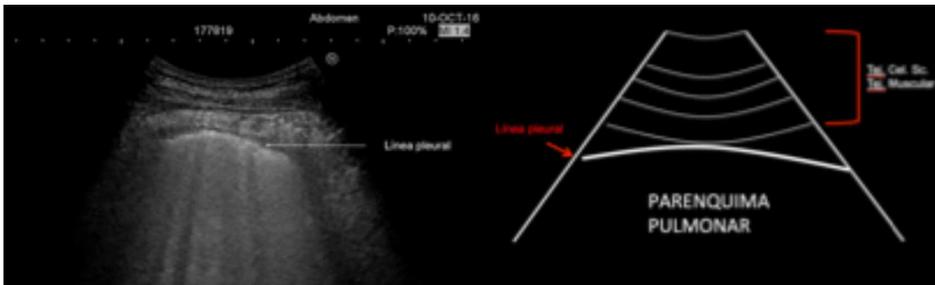


Figura 2. Imagen ecográfica de la pleura normal con una sonda de baja frecuencia. A la derecha, imagen esquemática.

La visualización de ambas pleuras se realiza mejor con una sonda de alta frecuencia. La pleura parietal se observa como una línea hiperecoica paralela a la pared torácica. La pleura visceral se delimita mejor que la parietal, y se moviliza respecto a la parietal con los movimientos respiratorios, constituyendo el signo del deslizamiento pleural. Entre ambas hojas pleurales se visualiza el espacio pleural normal, hipoeicoico, y de aproximadamente 1-2 mm de grosor.

RECOMENDACIONES GENERALES

Para realizar una exploración pleural, se recomiendan las siguientes normas generales, resumidas en la figura 3. En caso de patología pleural localizada, la exploración se dirigirá a la zona donde se visualice dicha patología mediante otras técnicas de imagen.

- Comenzar la exploración con una orientación longitudinal, y pasar a un plano transversal u oblicuo para mejorar la exploración en zonas concretas.
- Identificar el diafragma e, inferior a él, el hígado o el bazo. Ajustar la ganancia y la profundidad para una correcta visualización de las estructuras.
- Identificar la línea pleural y el signo del deslizamiento. Determinar si se objetiva signo de la cortina o derrame pleural.
- Valorar las características ecográficas del derrame pleural, incluyendo la posible existencia de septos.
- Valorar la existencia de engrosamientos o implantes en las diferentes pleuras: parietal, visceral, diafragmática mediante una sonda de alta frecuencia.

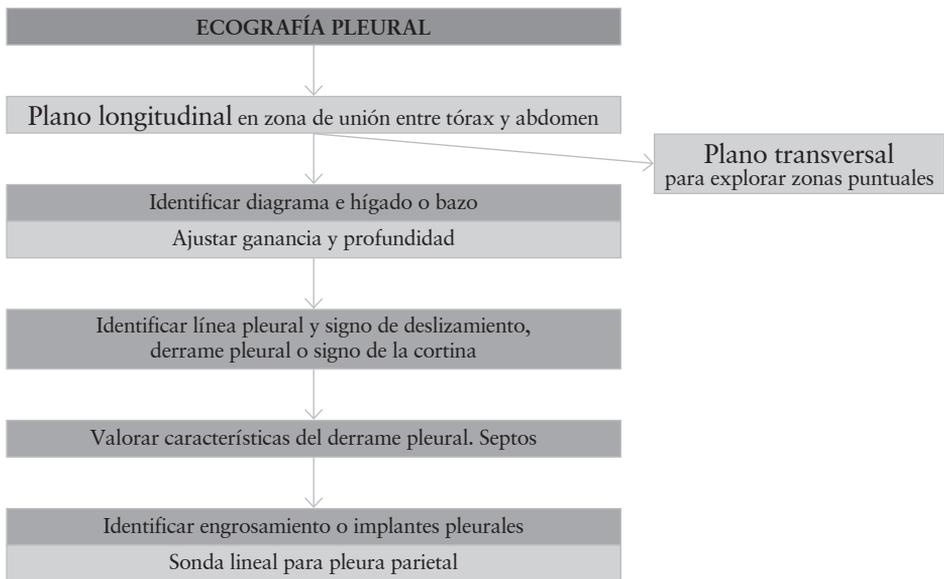


Figura 3. Recomendaciones generales para la realización de una ecografía pleural.

DERRAME PLEURAL

La ecografía es una de las mejores técnicas para la detección del derrame pleural, pues detecta incluso acúmulos de líquido pleural de 20 ml. En un reciente metanálisis,³ la sensibilidad para la detección de derrame pleural fue del 94% y su especificidad del 98%.

En un corte longitudinal, el derrame pleural se observa como una zona habitualmente hipoeoica o anecoica en el triángulo formado entre las dos hojas pleurales y el diafragma (Figura 4). En este tipo de corte, y determinado por consenso, las regiones craneales deben situarse a la izquierda de la pantalla, y las más caudales a la derecha. En ocasiones, dependiendo de la situación y orientación de la sonda, se puede visualizar las cavidades cardíacas en la parte más profunda. En el corte transversal, el derrame pleural se observa como una zona hipoeoica o anecoica entre ambas capas pleurales, que se visualizan como estructuras lineales paralelas.

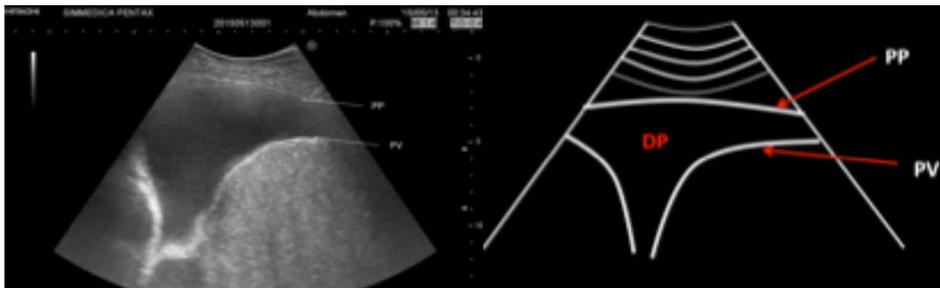


Figura 4. Ecografía de la pared torácica en la que se observa la pleura parietal (PP) y visceral (PV), así como el derrame pleural, anecoico (DP), entre ambas.
A la derecha, imagen esquemática.

Si se utiliza el modo M, la pleura visceral se mueve acercándose y alejándose de la pleura parietal, consecuentemente a los movimientos respiratorios, configurando el denominado signo del senoide (Figura 5).

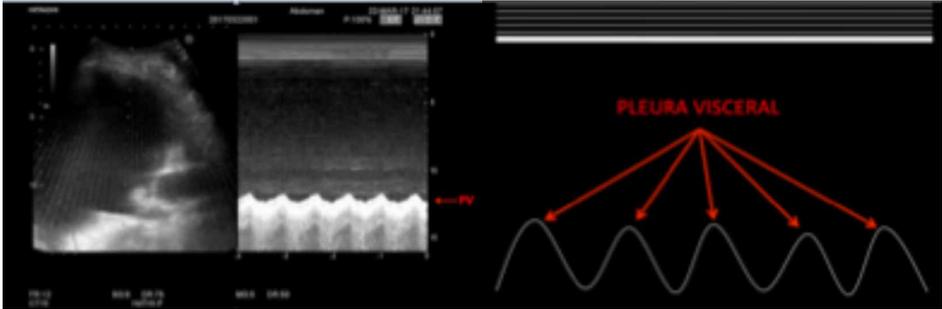


Figura 5. Signo del senoide. En el modo M, mostrado en la parte derecha de la primera imagen, se observa el movimiento ondulante de la pleura visceral (PV). A la derecha, imagen esquemática del modo M.

Se han descrito cuatro patrones ecográficos del derrame pleural:

- Anecoico, sin contenido de ecos en su interior (Figura 6).
- Homogéneamente ecogénico (Figura 7).
- Complejo septado, donde se observan tabiques de fibrina como líneas hiperecoicas fijas o flotando en el espacio pleural (Figura 8).
- Complejo no septado, que combina áreas ecogénicas con otras hipoeoicas (Figura 9).

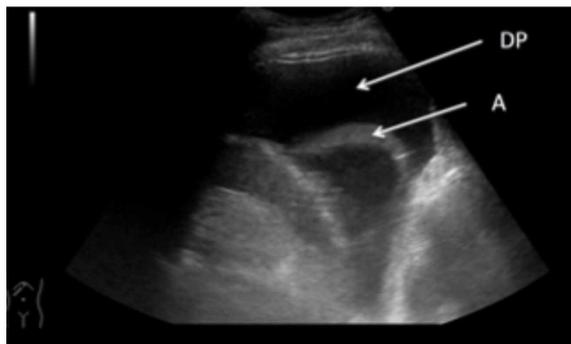


Figura 6. Derrame pleural anecoico (DP). Se aprecia la atelectasia pasiva pulmonar (A).

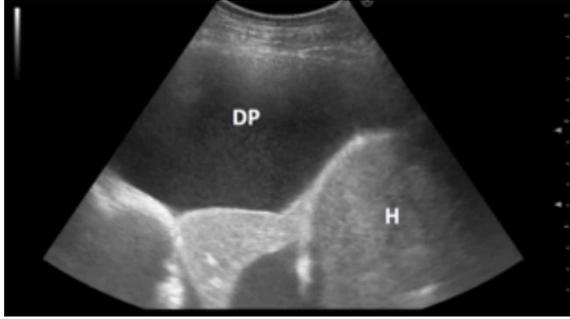


Figura 7. Derrame pleural homogéneamente ecogénico (DP).
A la derecha se puede apreciar el hígado (H).



Figura 8. Derrame pleural complejo septado.

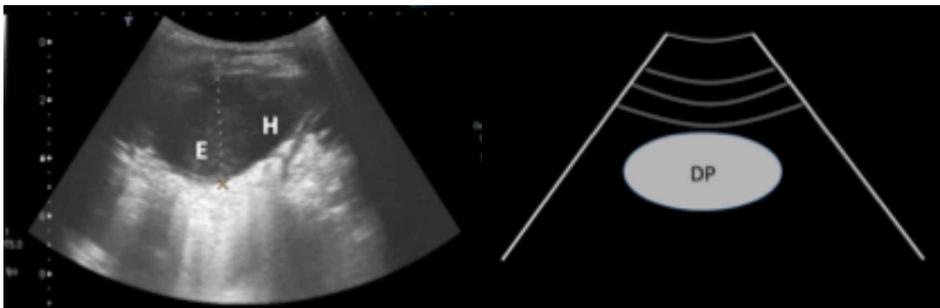


Figura 9. Derrame pleural complejo no septado (DP). Se puede apreciar la combinación de áreas ecogénicas (E) con las áreas hipoeocicas (H).

En relación con la etiología del derrame pleural, cabe destacar que la casi totalidad de los derrames trasudados son anecoicos, pero con cierta frecuencia también pueden ser anecoicos los derrames exudados. Para el diagnóstico de un trasudado por insuficiencia cardiaca, son útiles también otros signos ecográficos, que se describen en el correspondiente capítulo. En el caso de los derrames homogéneamente ecogénicos, suelen estar producidos por hemotórax, quilotórax o empiemas no septados. En los casos de derrames septados, los tabiques de fibrina recientemente formada son más elásticos, por lo que tienen una mayor movilidad que los tabiques de mayor antigüedad, más densos.

Algunos datos ecográficos se han asociado con una mayor probabilidad de una etiología maligna del derrame pleural. Entre estos datos se cuentan la heterogeneidad ecográfica del derrame pleural, el engrosamiento de alguna de las pleuras o su modularidad. El signo del plancton, o de remolinos de detritus, en el que se pueden ver remolinos de pequeñas partículas ecoicas flotando en el derrame pleural, se ha asociado también con una mayor probabilidad de una etiología maligna del derrame pleural.⁴

ENGROSAMIENTOS Y MASAS PLEURALES

El engrosamiento pleural se define como una lesión focal en la pleura parietal o visceral, con un grosor mayor de 3 mm con o sin márgenes irregulares. El aspecto ecográfico es hipoecoico, y a veces es difícil diferenciarlo del derrame pleural.⁵ El engrosamiento pleural no contiene densidades con ecos móviles en su interior, y no se desplaza respecto a la pared torácica. La utilización del eco doppler puede ser de utilidad cuando existan dudas con su diferenciación con el derrame pleural, con existencia de color en el caso de derrame pleural, y sin ella en el engrosamiento pleural (sensibilidad 89%, especificidad 100%).⁶

Las masas pleurales se pueden observar como lesiones de morfología y ecogenicidad irregular, situadas en cualquier localización pleural.

NEUMOTÓRAX

La ecografía es una buena técnica para el diagnóstico del neumotórax. En dos revisiones sistemáticas^{7,8} presentó una sensibilidad entre el 79 y 88%, con una especificidad del 98 y 99%, mientras que para la radiografía de tórax la sensibilidad se encontró entre el 40 y el 52% y la especificidad fue del 99 o 100%.

Para la detección del neumotórax, aunque puede realizarse con una sonda de baja frecuencia, es preferible utilizar una sonda lineal con una frecuencia entre 9 y 13 MHz. Asimismo, aunque se pueden utilizar varias configuraciones, es más

recomendable utilizar una para partes blandas.⁹ En cuanto al modo ecográfico, se debe realizar la exploración tanto en modo B como en modo M.

La posición más adecuada del paciente es en sedestación o en decúbito supino, con el cabecero en una elevación de unos 45°. La sonda se coloca en la posición más elevada de la pared torácica anterior, que habitualmente se corresponde con el segundo o tercer espacio intercostal en la línea media clavicular. Además, también debe explorarse la región lateral del tórax en la línea media axilar.

En primer lugar, debe identificarse la línea pleural y comprobarse si existe el signo de deslizamiento. Además, se debe comprobar si existen “líneas b” en el parénquima pulmonar. La existencia de “líneas A” es frecuente en el neumotórax. A continuación se recomienda la exploración en modo M. En caso de duda, se puede comparar la exploración con el hemitórax contralateral, ya que la existencia de neumotórax bilateral es poco frecuente.

Los signos sugerentes de neumotórax son:

- Ausencia de visualización de la pleura visceral.
- Ausencia del signo de deslizamiento.
- Ausencia de “líneas b” del parénquima pulmonar.
- Signo del código de barras o de la estratosfera (modo M). En los pacientes con neumotórax, cuando se realiza la exploración en modo M la parte inferior a la pleura parietal está ocupada por múltiples líneas paralelas, como consecuencia de la ausencia de movimiento del aire en la cavidad torácica (Figura 10). La imagen, cuando no hay neumotórax, se denomina signo de la orilla del mar, y el movimiento asincrónico de los alveolos con la respiración se asimila con la arena de la playa.

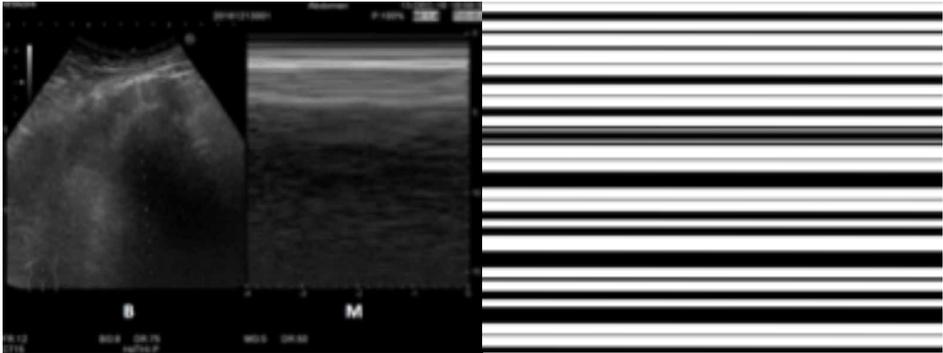


Figura 10. Imagen de neumotórax en modo B y modo M. En modo M se observa el signo del código de barras, con numerosas líneas horizontales, que denotan la ausencia de movimiento del aire en el interior de la cavidad pleural (ver esquema del modo M en imagen de la derecha).

Se denomina signo del punto pulmonar a la zona en la que, en los neumotórax que no despegan la pleura completamente, la pleura parietal tiene contacto con la visceral, sin neumotórax en una parte de la pantalla, y con neumotórax en la otra. En modo B se identifica deslizamiento pleural y “líneas b” en una parte de la pantalla, mientras que en modo M se identifica signo de la orilla del mar en una parte de la pantalla y signo del código de barras en la otra. La sensibilidad de este signo del punto pulmonar oscila entre el 66 y el 79%, y su especificidad para el diagnóstico de neumotórax es del 100% (Figura 11). El punto se encuentra más fácilmente con la sonda en la dirección del espacio intercostal, para visualizar la mayor superficie pleural. Desde la región anterior y superior, se recomienda continuar explorando en los espacios intercostales sucesivos hacia abajo, en la línea axilar media. Los neumotórax incompletos de mayor tamaño presentan el punto pulmonar en regiones más inferiores y laterales. Cuando el neumotórax es completo, no se produce el punto pulmonar.

Algunas situaciones pueden hacer más difícil la identificación de un neumotórax, como la existencia de enfisema subcutáneo, la coexistencia de hemotórax en un traumatismo o la existencia de grandes bullas, que impediría el deslizamiento pleural. Asimismo, en pacientes con intubación selectiva del bronquio principal derecho, la atelectasia izquierda cursa con ausencia de deslizamiento pleural, sin tratarse de un neumotórax.

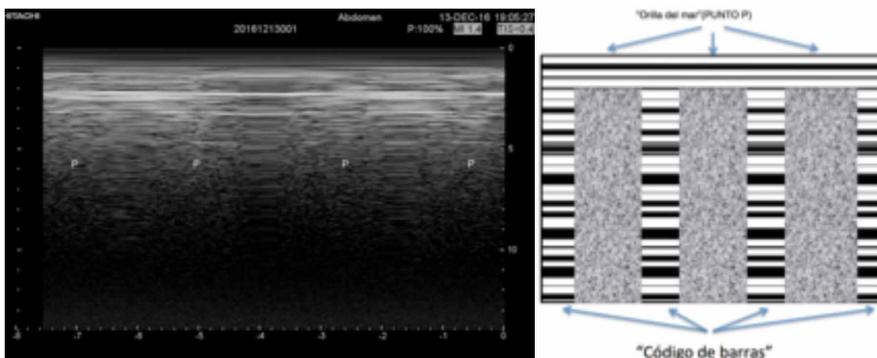


Figura 11. Signo del punto pulmonar (P). En modo M, se observan alternativamente durante la respiración áreas de parénquima pulmonar (signo de la orilla de la playa), y áreas de neumotórax (signo del código de barras). A la derecha se aprecia imagen esquemática con los hallazgos más significativos.

RESUMEN DE SIGNOS ECOGRÁFICOS PLEURALES

- Signo del código de barras o de la estratosfera. En el neumotórax, utilizado el modo M, en la zona más profunda de la pleura parietal se observan múltiples líneas paralelas, como consecuencia de la ausencia de movimiento del aire en la cavidad pleural. Clásicamente se denominaba al signo como de la estratosfera, y más recientemente es más utilizado el término de signo del código de barras.
- Signo del deslizamiento. La pleura visceral desliza sobre la parietal como consecuencia de los movimientos respiratorios.
- Signo de la medusa. Pulmón parcialmente atelectasiado, flotando en el derrame pleural, con el movimiento cardíaco transmitido.
- Signo de la orilla del mar. Corresponde a la normalidad cuando se explora la pleura y el parénquima pulmonar en modo M. La zona más superficial corresponde a líneas paralelas (ausencia de movimiento en la pared torácica). A partir de una línea ligeramente más gruesa, correspondiente a la pleura visceral, se visualiza una zona irregular, que es la consecuencia del movimiento alveolar (arena de la playa).

- Signo del plancton, o de remolinos de detritus. Se observan remolinos de pequeñas partículas ecoicas flotando en el derrame pleural.
- Signo del punto pulmonar. Punto en el que, en los neumotórax que no despegan la pleura completamente, la pleura parietal tiene contacto con la visceral. Se puede observar la ausencia de neumotórax en una parte de la pantalla, y su presencia en la otra. En modo B se identifica deslizamiento pleural y “líneas b” en una parte de la pantalla, mientras que en modo M se identifica signo de la orilla del mar en una parte de la pantalla y signo del código de barras en la otra.
- Signo del senoide. En modo M, la pleura visceral se acerca o aleja de la parietal, con los movimientos respiratorios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tobin CL, Lee YCG, Gleeson F, Feller-Kopman D, Rahman N (ed.). Pleural ultrasound for clinicians. Boca Raton: CRC Press; 2014.
2. Koegelenberg CFN, Groote-Bidlingmaier F, Bolliger CT. Transthoracic Ultrasonography for the Respiratory Physician. *Respiration*. 2012, 84: 337-350.
3. Yousefifard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, Asady H, Nia KS, Jafari AM et al. Screening performance characteristic of ultrasonography and radiography in detection of pleural effusion: A meta-analysis. *Emergency*. 2016; 4: 1-10.
4. Bugalho A, Ferreira D, Dias SS, Schuhmann M, Branco JC, Marques Gomes MJ et al. The diagnostic value of transthoracic ultrasonographic features in predicting malignancy in undiagnosed pleural effusions: A prospective observational study. *Respiration*. 2014; 87: 270-278.
5. Zanforlin A, Giannuzzi R, Nardini S, Testa A, Soldati G, Copetti R et al. The role of chest ultrasonography in the management of respiratory diseases: document I. *Multidiscip Respir Med*. 2013; 8: 54.
6. Wu RG, Yang PC, Kuo SH, Loo KT. "Fluid Color" sign: A useful indicator for discrimination between pleural thickening and pleural effusion. *J Ultrasound Med*. 1995; 14: 767-769.
7. Ding W, Shen Y, Yang J, He X, Zhang M. Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography. A meta-analysis. *Chest*. 2011; 140: 859-866.
8. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Critical Care*. 2013; 17: R208.
9. Lobo V, Weingrow D, Perera P, Williams SR, Gharahbaghian L. Thoracic ultrasonography. *Crit Care Clin*. 2014; 30: 93-117.



PARÉNQUIMA PULMONAR Y VASCULATURA

Javier Pérez Pallarés
Antonio Santa Cruz Siminiani
María del Mar Valdivia Salas
Servicio de Neumología
Hospital General Universitario Santa Lucía (Cartagena, Murcia)

SIGNOS Y HALLAZGOS NORMALES

El estudio ecográfico del parénquima pulmonar consiste en el estudio de los artefactos. Solo podremos estudiar directamente las enfermedades que afecten a la periferia del pulmón, ya que el 99% de los ultrasonidos emitidos por el transductor ecográfico son repelidos en la interfase entre pleura y pulmón.¹

El comportamiento de los haces de ultrasonido en una interfase como la que puede ser el parénquima pulmonar sano no genera más que artefactos.

Pero esto es finalmente una ventaja a favor de su posible aplicación. Partiendo de los signos ecográficos encontrados en un parénquima pulmonar sano, estos artefactos considerados sugestivos de normalidad son la pauta de referencia que sugiere ausencia de enfermedad.

En el resto de capítulos se irán describiendo todas las estructuras visualizables con la ecografía torácica.

ARTEFACTOS SUGESTIVOS DE NORMALIDAD DEL PARÉNQUIMA PULMONAR

Modo B (Figura 1)

- *Líneas A (Artefacto de reverberación)*: líneas horizontales paralelas a la línea pleural y separadas por intervalos regulares. Son debidas al cambio de impedancia acústica en la interfase pleura-pulmón.
- *“Líneas B” o colas de cometa*: líneas verticales que se originan en la línea pleural hasta la parte inferior de la pantalla. Se mueven con el deslizamiento pulmonar. Hasta 3 o 4 “líneas B” se consideran normales, sobre todo en las zonas inferiores del pulmón. Su origen está poco claro, pero parece representar interferencias a nivel de los tabiques interlobulillares y de la pleura.
- *Deslizamiento pulmonar*: Se trata de la visualización de una fina línea hiperecogénica moviéndose adyacente y horizontalmente a la línea pleural con los movimientos respiratorios. Este efecto corresponde a la pleura visceral deslizándose por debajo de la pleura parietal. Inferiormente a esta línea, la apariencia del pulmón es de una sombra con patrón granular. Este signo es importante, ya que traduce la adhesión de ambas hojas de la pleura, y en caso de estar ausente, debe sospecharse la presencia de neumotórax.²



Figura 1. Parénquima pulmonar normal en modo B. Se aprecian las líneas A (A) y las “líneas B” (B).

Modo M

- *Signo de la bahía o de la playa (Figura 2):* aquí la pared torácica se presenta como un conjunto de líneas hiper e hipoecogénicas paralelas entre sí, que se mantienen estables a lo largo del ciclo respiratorio. La última línea de la pared es hiperecogénica y corresponde a la pleura. Inmediatamente por debajo de esta aparece un patrón de interferencia, que ofrece un aspecto granulado, en relación al movimiento respiratorio. Durante la inspiración, la entrada de aire vuelve el patrón más claro, mientras que en espiración la interferencia es más oscura.

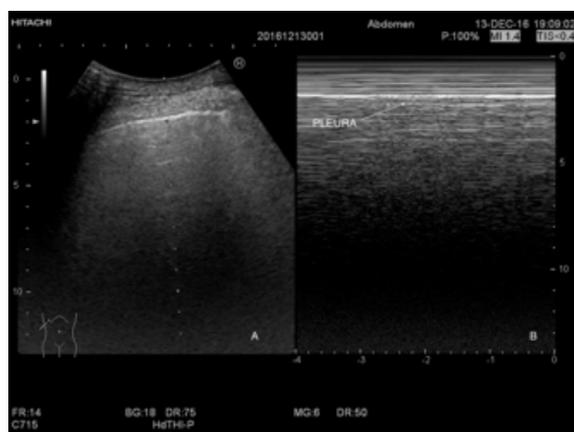


Figura 2. A: Parénquima normal en modo B.
B: “Signo de la bahía o de la playa”.

CONSOLIDACIÓN PULMONAR

La observación de una neumonía por ecografía depende de su contacto directo con la pleura. Afortunadamente, la mayoría de los procesos neumónicos están en la proximidad o en continuidad con la pleura. La neumonía es un proceso dinámico en el que se pueden distinguir diferentes etapas: 1) aparición y progreso; 2) mantenimiento y 3) evolución a curación o a distrés respiratorio. La semiología ecográfica de este proceso es enormemente variada y presenta aspectos comunes a las diferentes etapas.³

Los signos más habituales que se pueden encontrar en una neumonía son los siguientes (no tienen que estar todos presentes, véase Figura 3):

ALTERACIONES PARENQUIMATOSAS

- *Broncograma aéreo (BA) y fluido (BF)*: El BA se presenta como una imagen hiperecogénica de comportamiento dinámico con respecto a la respiración, que tiende a describir el recorrido de un bronquio afectado. Se debe a la existencia de aire atrapado en su luz y es la fase previa al BF, en el que el aire reabsorbido da paso a la ocupación líquida del bronquio. El BF inicial es más propio de neumonías obstructivas (no infecciosas en origen). La imagen que vemos podría confundirse con vasos sanguíneos, pero se diferencia de estos en que el bronquio posee unas paredes gruesas hiperecogénicas y carece de señal doppler.
- *Patrón vascular*: Cuando observamos un área neumónica con doppler, podemos encontrar un incremento uniforme del patrón vascular, con aspecto ramificado y en el que los vasos siguen su curso normal. Este patrón lo diferencia de un infarto pulmonar, en el que no hay flujo, y de un tumor, cuyo patrón vascular es principalmente periférico.
- *Consolidación parenquimatosa*: La neumonía forma áreas habitualmente irregulares de ecogenicidad variable en su interior, alternando zonas con BA o BF, colapso total y hepatización, o incluso de absceso. Los bordes pueden variar en función del estado evolutivo del proceso, por lo que su observación periódica sirve para determinar la evolución. En las neumonías lobares, los bordes son bien delimitados, y en las no lobares, aserrados.
- *Absceso*: aparece como una zona hipoecogénica, habitualmente homogénea, que puede presentar, o no, burbujas de aire en su interior y con frecuencia presenta una cápsula hiperecogénica y refuerzo posterior. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en las fases iniciales el absceso carece de cápsula.
- *Atelectasias*: Tanto en el interior del área neumónica como en la periferia pueden aparecer atelectasias compresivas laminares diseminadas en forma de punteado, o incluso de colapso.

ALTERACIONES PLEURALES

- *Fragmentación pleural*: supone la interrupción de la línea pleural en el área neumónica, de manera que esta se observa de forma fragmentada o muy fina.

- *Derrame pleural paraneumónico*: es basal en la mayoría de los casos y localizado en el 10% de las ocasiones. Suele asociar un engrosamiento pleural localizado en el área yuxtaneumónica.

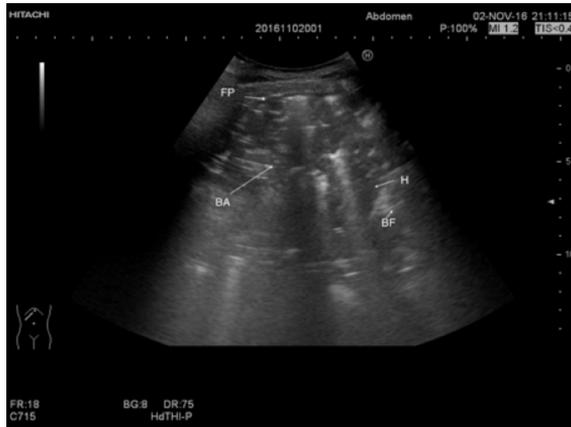


Figura 3. Ecografía en modo B de consolidación pulmonar en la que se pueden observar: (BA) Broncograma aéreo, (BF) Broncograma fluido, (H) Hepaticización, (FP) Fragmentación pleural.

En el siguiente esquema se representa en el tiempo la posibilidad de aparición de cada signo en la neumonía. No representa la frecuencia absoluta de aparición de cada signo, sino solamente cuándo es más o menos probable encontrarlos.⁴

	Inicial	Mantenimiento	Resolución
Atelectasias	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		
Broncograma aéreo	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		
Broncograma fluido	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		
Absceso	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		
Fragmentación pleural	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		
Derrame paraneumónico	[Gráfico de área que muestra un pico de probabilidad que comienza en la fase Inicial, alcanza su máximo en la fase Mantenimiento y disminuye en la fase Resolución]		

MASA PULMONAR

Como ya se ha comentado, el aire no refleja las ondas de ultrasonido, por lo que la ecografía torácica no es una buena técnica para el estudio de las imágenes pulmonares. De esta manera, no se podrá visualizar ninguna imagen cuando exista un mínimo de espacio aireado entre la pleura y la imagen pulmonar. Sin embargo, son susceptibles de estudio aquellas imágenes que están en contacto con la pleura sin dejar espacios aireados con ella. Por otro lado, resulta difícil diferenciar el carácter maligno o benigno de los nódulos pulmonares periféricos exclusivamente mediante ET, aunque existen datos que pueden resultar orientativos.

Los tumores pulmonares suelen visualizarse como masas hipocogénicas, aunque en algunas ocasiones pueden llegar a ser ligeramente ecogénicas. Suelen estar bien definidas y usualmente son homogéneas con refuerzo posterior. Existen ciertos signos ecográficos que apoyan el diagnóstico de lesión maligna,⁵ entre los que destacan: la existencia de un contorno irregular pleuro- pulmonar, más evidente si hay derrame pleural; la destrucción de la arquitectura normal del pulmón con desplazamiento de los vasos; y en ocasiones, digitalizaciones al pulmón subyacente. En algunos casos se observa una masa central con atelectasia obstructiva provocada por la propia tumoración.

La utilización de Doppler color puede ser útil para visualizar un aumento de los vasos. En la neovascularización de los tumores se ha demostrado que los tumores malignos tienen bajo índice de pulsatibilidad y de resistencia y un pico de velocidad sistólica, con alta velocidad al final de la diástole en comparación con los tumores benignos. Un índice de resistencia en torno a 0,52 asociado a un índice de pulsatibilidad próximo a 1,43 orienta hacia tumor maligno.^{6,7}

La ET también es de gran utilidad para determinar la infiltración del tumor en las pleuras y la pared torácica. En caso de que la pleura parietal no se encuentre afectada, se seguirá apreciando el signo de deslizamiento. Para comprobar la afectación de la pared torácica, se ha demostrado que ET tiene una mayor sensibilidad que el TC⁸ (Figura 4).

Por último, hay que reseñar la utilidad de la ET como guía para la toma de muestras de estas lesiones por punción percutánea. Esta técnica nos permite la visión directa de la lesión mientras realizamos la toma de muestras. La punción percutánea bajo guía ecográfica es una técnica segura y con una alta rentabilidad diagnóstica⁹ (Figura 5).

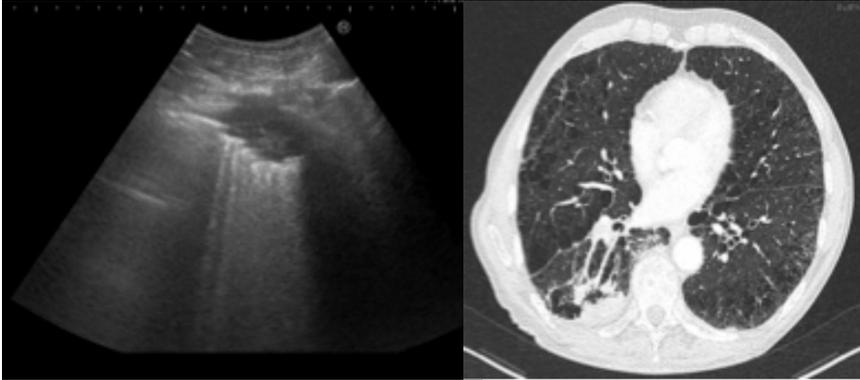


Figura 4. Adenocarcinoma pulmonar (ADC) con invasión de pared.
A: Imagen ecográfica. B: Imagen TAC.

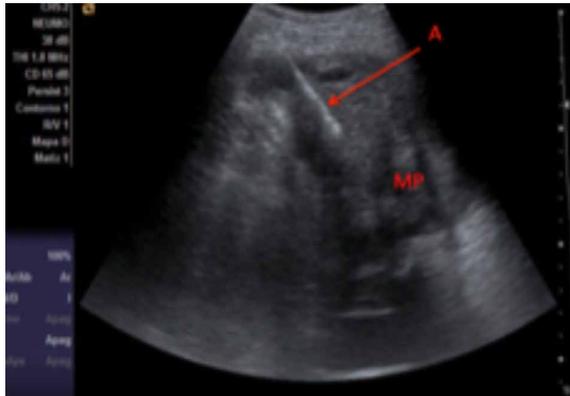


Figura 5. Punción de masa pulmonar (MP) mediante aguja 21G (A).

SÍNDROME ALVEOLOINTERSTICIAL

Las patologías que cursan con afectación de los septos interlobulillares muestran en la ecografía torácica (ET) un aumento de las “líneas B”. Las “líneas B”, o cola de cometa, son artefactos que se producen por la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfases de los tejidos,¹⁰ en este caso en concreto, por la impedancia acústica entre el aire y el engrosamiento de los septos interlobulillares. Es-

tas líneas se inician en la pleura y son perpendiculares a ella, de forma triangular, con vértice en la pleura y base que se dirige al espacio pulmonar, mantienen una continuidad hasta el final de la pantalla, cruzan y borran las líneas A. Pueden moverse, cuando está presente el signo de deslizamiento pleural, y nunca aparecen en caso de neumotórax, ya que se producen en la pleura visceral y no en la parietal.¹¹

No obstante, la presencia de “líneas B”, sobre todo en campos más declives, no indica necesariamente patología, pueden observarse aisladas o múltiples hasta un número de 3 por área estudiada. Sin embargo, la existencia de tres o más “líneas B” visualizadas en el eje longitudinal en al menos dos áreas de cada hemitórax se considera diagnóstico de síndrome intersticial.¹²

Dentro de las diferentes patologías que cursan con aumento de las “líneas B”, cabe destacar el edema pulmonar cardiogénico, el síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA), la neumonía intersticial, las enfermedades intersticiales difusas (EPID), las contusiones pulmonares, la enfermedad pleural y las neoplasias, sobre todo si van acompañadas de linfangitis carcinomatosa. La presencia de “líneas B” solo nos permite decir que hay un engrosamiento del septo interlobulillar, sin poder especificar su causa: no es posible diferenciar si es debido a acúmulo de agua, aumento de la permeabilidad capilar, proliferación de tejido fibrótico o infiltración linfática de una neoplasia.

Una de las patologías más estudiadas con la ecografía pulmonar ha sido la insuficiencia cardiaca congestiva (ICC). En ella se puede observar un aumento del número de “líneas B” en relación con la cantidad de agua acumulada en el intersticio pulmonar, de manera que a mayor agua extravascular pulmonar y mayor aumento de la presión capilar pulmonar, mayor número de “líneas B”.¹³ Se ha descrito la presencia de un patrón ecográfico intersticial incluso previo al deterioro del intercambio gaseoso, y podría ser útil la monitorización mediante la ecografía pulmonar para valorar la mejoría tras tratamiento.¹⁴

Algunos grupos diferencian dos patrones ecográficos del síndrome intersticial según la distancia entre las “líneas B” visualizadas. Por un lado, el patrón B7 sería aquel en el que se aprecian “líneas B” con una separación entre ellas de 7 mm (Figura 6) y correspondería al edema intersticial. Por otro lado, el patrón B3 se caracteriza porque la separación entre las “líneas B” sería de 3 mm (Figura 7) y correspondería a un edema alveolo-intersticial, lo que en radiología se define como imagen en vidrio deslustrado.¹⁵ La ecografía torácica ha demostrado mejor sensibilidad y especificidad que la radiología convencional para el diagnóstico de síndrome alveolo-intersticial.¹⁶

Los trabajos realizados con el objetivo de identificar patologías mediante la ecografía han sido principalmente realizados por intensivistas que han valorado

la utilidad de la ecografía torácica para diferenciar patologías que cursan con insuficiencia respiratoria aguda. La ET ha demostrado ser de gran utilidad para diferenciar el EPOC reagudizado del edema agudo pulmonar, dada la presencia de “líneas B” en el edema de pulmón y su ausencia en pacientes con EPOC.¹⁷ Incluso se ha descrito un protocolo (BLUE) para diferenciar el edema pulmonar, el EPOC reagudizado, las crisis asmáticas, el tromboembolismo pulmonar y la neumonía.¹⁸

También se ha valorado la posibilidad de distinguir la ICC del SDRA a pie de cama en la Unidad de Cuidados Intensivos. Así, los datos ecográficos que estarían más relacionados con SDRA son la presencia de anomalías pleurales, la disminución o desaparición del deslizamiento pleural, la existencia de áreas normales entre zonas muy alteradas e incluso zonas de condensación pulmonar con broncograma aéreo.¹⁰ Por el contrario, la presencia de derrame pleural de más de 20 mm, la conservación de la línea pleural y del deslizamiento, y una afectación más homogénea en ambos campos pulmonares, que en estadios iniciales podría ser sólo afectación intersticial y en fases más avanzadas alveolointersticiales, sugieren la insuficiencia cardíaca como etiología, sobre todo si se asocian alteraciones ecocardiográficas.¹⁹

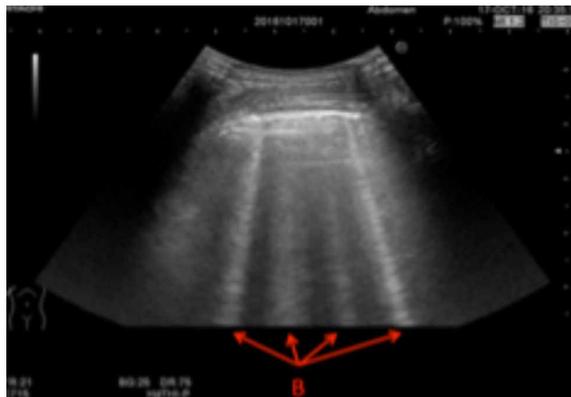


Figura 6. Paciente con linfangitis carcinomatosa. En la imagen se aprecian numerosas “líneas B” (B) con separación de 7 mm entre ellas.

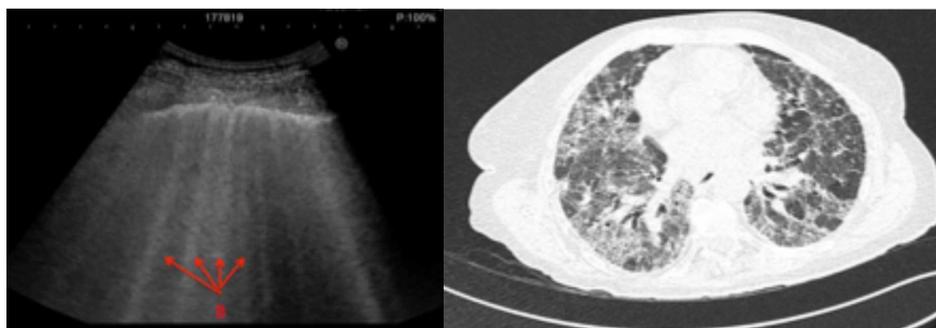


Figura 7. Enfermedad pulmonar intersticial. En la imagen ecográfica se aprecian numerosas “líneas B” (B) con separación de 3 mm entre ellas.

ATELECTASIAS

La atelectasia pulmonar se observa como una zona de condensación pulmonar difusa que alterna zonas hipo e isoecoicas^{20,21} en cuyo interior se aprecia broncograma aéreo estático, aunque hay que diferenciar dos situaciones.

Atelectasia pasiva por derrame pleural (Figura 8) en la que se observa derrame pleural rodeando la zona de atelectasia y consolidación pulmonar hipoecoica de morfología triangular con márgenes irregulares, con el resto de parénquima aireado. El broncograma aéreo no es del todo estático, sino que se observa reventilación parcial durante la inspiración o después de la toracocentesis.¹

Atelectasia obstructiva (Figura 9) en la que se observa escaso derrame pleural con consolidación parenquimatosa con lesiones focales (por licuefacción, formación de abscesos o metástasis) y broncograma líquido formado por imágenes lineales ramificadas anecoicas que orientan hacia la obstrucción central como causa de la consolidación.^{1,20}

En estas atelectasias obstructivas no se observa reventilación durante la inspiración, y el estudio ecográfico puede llegar a distinguir la lesión central obstructiva hipoecoica del pulmón consolidado periférico ecogénico hasta en un 50% de los casos.²⁰

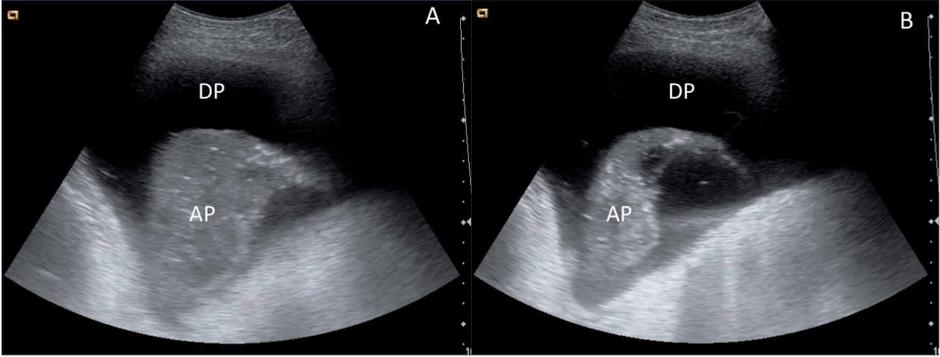


Figura 8. Atelectasia pasiva (AP) rodeada de derrame pleural (DP) y con broncograma aéreo cambiante entre inspiración (A) y espiración (B).

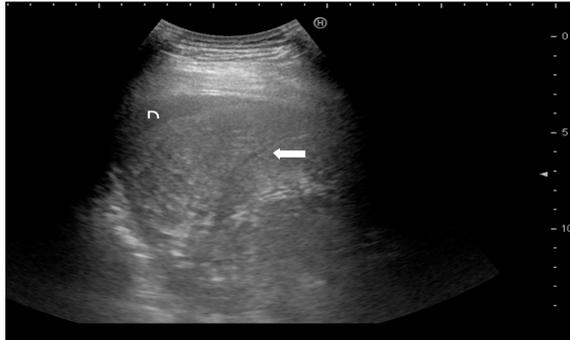


Figura 9. Atelectasia obstructiva con broncograma líquido (flecha) y pequeña cantidad de líquido libre alrededor (DP).

INFARTO PULMONAR

El infarto pulmonar se observa como imagen hipoecoica con forma de cuña y base pleural, de bordes inicialmente poco definidos, pero que con el tiempo se delimitan mejor (Figura 10). En la fase inicial no se observa broncograma aéreo, lo que permite distinguirlo de otras condensaciones pulmonares.²⁰

En su interior se puede visualizar un bronquiolo en disposición central, como una imagen hiperecoica lineal y el vaso aferente congestivo.²²

La extensión del infarto pulmonar es normalmente infraestimada con la ecografía. Una vez pasado el episodio agudo, la ecografía es útil también para detectar secuelas del tromboembolismo pulmonar tales como sobrecarga del ventrículo derecho o dilatación de venas hepáticas.⁴

En cuanto a la embolia pulmonar, la TC con multidetectores presenta una sensibilidad y un valor predictivo negativo para el diagnóstico de defectos de repleción hasta en arterias subsegmentarias claramente superior a la ecografía, por lo que el papel de la ecografía en el diagnóstico de la embolia pulmonar se limita a los pacientes que, por problemas de movilización, no son tributarios de que se les realice una TC con multidetectores.¹



Figura 10. Infarto pulmonar (IP) imagen en cuña de base pleural y bordes mal definidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Vollmer I, Gayete A. Ecografía torácica. Arch Bronconeumol. 2010; 46(1): 27-34.
2. Lobo V, Weingrow D, Perera P, Williams S, Gharahbaghian L. Thoracic Ultrasonography. Crit Care Clin. 30 (2014); 93-117.
3. Reissig A. Diagnosis of pulmonary embolism and pneumonia using transthoracic sonography. En: Bolliger CT, Herth FJF, Mayo PH, Miyazawa T, Beamis JF (editors). Clinical Chest Ultrasound: From the ICU to the Bronchoscopy Suite. Karger. Progress in Respiratory Research 2009; 37; p. 43-50.
4. De la Quintana Gordon FB, Nacarino Alcorta B, Fajardo Pérez M. Ecografía pulmonar básica. Parte 2. Patología parenquimatosa. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2015; 62(6): 337-349.
5. Mathis G. Thoraxsonography-Part II: peripheral pulmonary consolidation. Ultrasound Med Biol. 1997; 23: 1141-1153.
6. Yuan A, Chang D-B, Yu C-J, Kuo S, Luh K, Yang P. Color Doppler sonography of benign and malignant pulmonary masses. Am J Roentgenol. 1994; 163(3): 545-549.
7. Hsu W-H, Ikezoe J, Chen C-Y, et al. Color Doppler ultrasound signals of thoracic lesions. Correlation with resected histologic specimens. Am J Respir Crit Care Med. 1996; 153(6): 1938-1951.
8. Bandi V, Lunn W, Ernst A, Eberhardt R, Hoffmann H, Herth FJ. Ultrasound vs CT in detecting chest wall invasion by tumor: a prospective study. Chest. 2008; 133(4): 881-886.
9. García-Ortega A, Briones-Gómez A, Fabregat S, Martínez-Tomás R, Martínez-García MA, Cases E. Utilidad de la ecografía en el diagnóstico de lesiones torácicas periféricas realizadas en una unidad de técnicas de neumología. Arch Bronconeumol. 2016; 52(5): 244-249.
10. Merritt CRB. Física de los ultrasonidos. Diagnóstico por ecografía. 3ª Ed.

11. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, The comet-tail artefact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999; 25: 383-388.
12. Volpicelli G, Ebadary M, Blaivas M. Conference Report and Expert Panel. International evidence based recommendation for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577-591.
13. Lichtenstein D. Fluid administration limited by lung sonography. The place of lung ultrasound in assessment of acute circulatory failure (the FALL protocol). *Expert Rev Respir Med.* 2012; 6: 55-62.
14. Gheorghiane M. 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: 423-433.
15. Soldati G, Copetti R, Sher S. Sonography Interstitial Syndrome. The sound of the water. *J Ultrasound Med.* 2009; 28: 163-174.
16. Lichtenstein D, Goldstein I, Moureón E, Cluzel P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* 2004; 100: 9-15.
17. Valpicelli G, Careamello V, Cardinale L. Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med.* 2008, 26: 585-591.
18. Lichtenstein D, Mezière G. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnostic of Acute Respiratory Failure. The BLUE protocol. *Chest.* 2008; 134: 117-125.
19. Copetti R. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovascular Ultrasound.* 2008; 6: 16.
20. Gallego Gómez M.P. et al. La ecografía torácica en la enfermedad pleuropulmonar. *Radiología.* 2014; 56(1): 52-60.
21. Colmenero M. et al. Utilidad de la ecografía pulmonar en la Unidad de Medicina Intensiva. *Med Intensiva.* 2010; 34(9): 620-628.
22. Bolliger CT, Herth FJF. *Clinical Chest Ultrasound; From the ICU to the Bronchoscopy Suite.* Karger. Vol 37; 2009; 27-29.



ECOGRAFÍA DEL DIAFRAGMA

Roberto Martínez Alejos

Centro Hospitalario Universitario de Burdeos (Burdeos)

Antonio Tomás Ríos Cortés

Hospital General Universitario Santa Lucía (Cartagena, Murcia)

Jordi Vilaró Casamitjana

Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna, Universitat Ramon Llull (Barcelona)

El diafragma es el músculo más importante de la inspiración y el usado mayoritariamente en la respiración de reposo. Existen numerosas situaciones que favorecen la aparición de disfunciones en este músculo y que pueden complicar de forma considerable la ventilación. Patologías torácicas o abdominales como las atelectasias, derrames pleurales, neumonías, distrofias musculares, cirugías o incluso traumatismos reducirán la movilidad.¹ La movilidad puede además verse reducida por afectaciones neurológicas, centrales o periféricas, como lesiones del sistema nervioso central, del nervio frénico o de patologías relacionadas con la motoneurona. En cualquier caso, las complicaciones pulmonares derivadas condicionarán el ingreso hospitalario, el uso de ventilación mecánica o el fallo en la extubación.

La ecografía torácica puede ser una excelente herramienta para la evaluación no invasiva de la movilidad y funcionalidad del diafragma. En diversos estudios se ha demostrado la validez de la ecografía diafragmática como instrumento de evaluación.²⁻³ En consecuencia, es una herramienta con un alto poder de aplicabilidad en el campo clínico.

Dentro de las mediciones que se pueden realizar del diafragma encontramos la medición del grosor, los cambios en el grosor, la excursión y la velocidad.

En este capítulo describiremos esencialmente la excursión diafragmática, la cuantificación del grosor diafragmático y lo que se denomina fracción de acortamiento, ya que constituyen las principales aproximaciones en el estudio ecográfico del diafragma.⁴

MOVILIDAD DIAFRAGMÁTICA

El análisis de la movilidad diafragmática consiste en la medición de la excursión diafragmática durante un ciclo respiratorio desde el final de la inspiración hasta el final de la espiración del mismo ciclo.

Para realizar el análisis de la movilidad del diafragma, se utilizará una sonda convexa de entre 3,5-5 MHz, ya que nos permite obtener una mayor profundidad.⁵ Idealmente, se colocará al paciente en decúbito supino, con el tronco elevado 30°. En esta posición, le dejaremos 30 minutos antes de comenzar a realizar las mediciones.⁶

Empezaremos buscando el hemidiafragma de estudio en modo 2D para conseguir la mejor visión posible. En este modo buscaremos la ventana acústica: en el lado derecho será el hígado, mientras que en el lado izquierdo será el bazo.

En ambos lados observaremos una línea curva e hiperecogénica que corresponderá al hemidiafragma. Durante la inspiración, el movimiento del diafragma es caudal y la línea se acercará hacia el transductor, mientras que durante la espiración este desplazamiento es craneal y la línea se alejará del transductor.⁵ A continuación, diferenciaremos los dos hemidiafragmas debido a las variaciones en la posición de la sonda del ecógrafo.⁶⁻⁸

Hemidiafragma derecho: realizaremos un abordaje subcostal inferior, posicionando el cabezal del ecógrafo entre las líneas medio-clavicular y antero-axilar⁸ (Figura 1). La sonda la dirigiremos hacia medial, craneal y dorsal para que el haz alcance el tercio posterior del hemidiafragma, ya que es en esta zona donde se produce la mayor excursión craneo-caudal.

Hemidiafragma izquierdo: para obtener la mejor imagen se colocará la sonda en la zona subcostal o intercostal inferior entre las líneas medio-axilares y anterior⁸ o a nivel medio-clavicular⁶ (Figura 2). La sonda se dirigirá de manera similar que en el hemidiafragma derecho para visionar también el tercio posterior del hemidiafragma.



Figura 1. Abordaje subcostal entre las líneas medioclavicular y anteroaxilar.

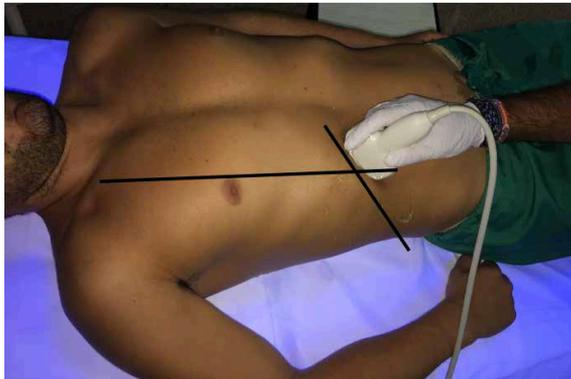


Figura 2. Abordaje subcostal a nivel de la línea medioclavicular.

Tras localizar el hemidiafragma en el modo 2D, podremos pasar al modo M para realizar la evaluación de la excursión diafragmática.

En el modo M programaremos el ecógrafo para medir una profundidad de 250mm y una velocidad de barrido lo más lenta posible (10 segundos por pantalla), colocando la línea del haz M a unos 30° de la línea central cráneo-cadual del hemidiafragma (Figuras 3A/3B).⁶

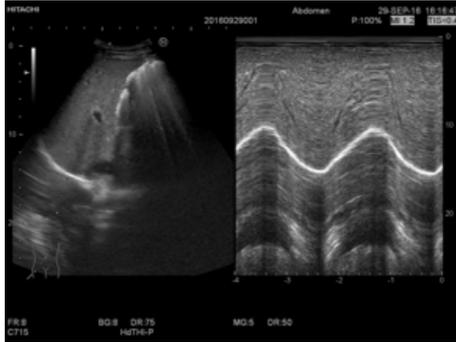


Figura 3A. Modo B del hemidiafragma. Figura 3B. Imagen en modo M del mismo diafragma.

En este modo observaremos una curva correspondiente al ciclo respiratorio en el que la parte superior corresponde al tiempo inspiratorio y la parte inferior al tiempo espiratorio. Por lo general, se interpretan ciclos respiratorios correspondientes a respiraciones lentas y profundas –aunque también se puede medir durante esfuerzos de “aspiración nasal”.

Se dibujará una línea vertical con el primer calibrador en la base de la curva inspiratoria que corresponderá con el final de la espiración normal, y en el segundo calibrador se fijará en el pico de la curva inspiratoria (Figura 4). Tomaremos como valor la media de las mediciones de 3 o más ciclos o el valor más elevado tras el análisis de 5 ciclos.^{6,8}

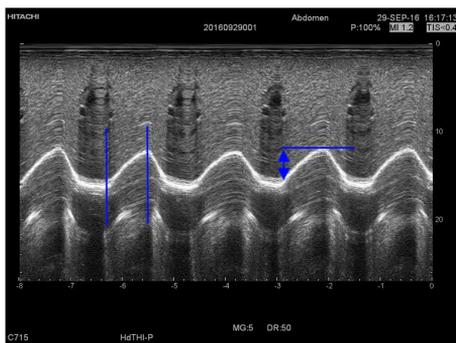


Figura 4. Medición de la excursión diafragmática en modo M.

Los valores de normalidad para un paciente adulto son los de la tabla I.⁸

Tabla I. Valores en cm según sexo. Los valores en paréntesis nos indican los límites de la normalidad

	Hombres	Mujeres
Respiración lenta	1.8±0,3 (1,1-2,5)	1,6±0,3 (1-2,2)
Sniffing	2.9±0,6 (1,8-4,4)	2,6±0,5 (1,6-3,6)
Respiración profunda	7±1,1 (4,7-9,2)	5,7±1 (3,6-7,7)

Estos valores corresponden a personas sanas en posición bípeda. La excursión diafragmática siempre será mayor en decúbito supino que en sedestación o bipedestación, por lo que si se obtienen valores en decúbito por debajo del rango de normalidad de la posición bípeda siempre se deberá sospechar la presencia de una patología diafragmática. Asimismo, la parálisis se determina por la ausencia de movimiento durante la respiración de reposo y en ausencia de respiración paradójica. La debilidad se detecta cuando el movimiento es inferior a los valores normales.

La medición de la excursión diafragmática es una medida muy útil para evaluar:^{6,9-11}

- La disfunción diafragmática en el paciente EPOC.
- En el paciente crítico, la disfunción diafragmática y como valor predictor positivo en el destete y la extubación.
- Los efectos de los programas de entrenamiento de la musculatura respiratoria.

MEDICIÓN DEL GROSOR Y DE LA VARIACIÓN DEL GROSOR DIAFRAGMÁTICO

Son numerosas las situaciones y patologías en las que puede resultar de interés analizar el grado de atrofia o el cambio de las fibras musculares durante la contracción del diafragma. Esto queda patente en la diversidad de artículos que podemos encontrar en la bibliografía que han estudiado sujetos con enfermedades obstructivas como la EPOC,¹² pacientes con enfermedades neuromusculares con la ELA¹³ o la distrofia muscular de Duchenne,¹⁴ o pacientes con enfermedades intersticiales.¹⁵ Cabe resaltar el gran número de publicaciones recientes en relación a pacientes sometidos a ventilación mecánica, en los que el estudio diafragmático puede ayudar a entender el proceso de atrofia del diafragma en el paciente ventilado, comprender y analizar cómo el modo ventilatorio y los parámetros del respirador pueden influir en la disfunción diafragmática asociada, y emplear los resultados de las mediciones como ayuda a la toma de decisiones en el destete de los pacientes.¹⁶

GROSOR DIAFRAGMÁTICO:

La medición del grosor diafragmático puede ser un signo que refleje una atrofia de este músculo vital.¹² Se ha demostrado la correlación de su medida mediante ultrasonografía con la medición directa en cadáveres.¹⁷

Suele examinarse el grosor (y su variación con la inspiración) del hemidiafragma derecho, más accesible¹⁸ que el hemidiafragma izquierdo debido a su pequeña ventana acústica que proporciona el bazo¹⁹ o el aire gástrico.¹⁰ A pesar de estas dificultades, algunos autores sugieren el interés de completar el estudio del paciente realizando la medición del grosor izquierdo a pesar de su mayor dificultad.²¹

Para su medición, puede emplearse un transductor o sonda lineal de alta frecuencia entre 7 y 18 MHz,^{1,13} y algunos autores abogan por una frecuencia mínima de 7 a 10 MHz.²¹⁻²²

Generalmente, para medir el grosor diafragmático emplearemos el ultrasonido en modo-B,^{1,14,23-26} aunque también puede medirse en modo-M.^{4,21}

Colocaremos la sonda en la línea axilar anterior^{1,4,22,24} perpendicular por lo general a los espacios intercostales 8º-9º^{1,21,24-25} comprendiendo el transductor 2 costillas para visualizar la zona de aposición del diafragma. Se indica igualmente la posibilidad de elegir también los espacios intercostales 7º-8º^{1,23} y 9º-10.^{4,23} Se ha descrito también una localización de la sonda algo más posterior, entre las líneas

axilares anterior y media.²¹ Es importante definir el espacio intercostal en que se ha medido el grosor, ya que éste varía, siendo más gruesas las porciones más inferiores.¹

En esa localización de la sonda, clásicamente se describe que podemos observar una imagen con 3 capas o franjas paralelas (Figura 6), en la que el diafragma se visualiza como una franja hipocogénica de un grosor mayor, entre dos líneas más estrechas hiperecogénicas, que corresponden a las membranas de la pleura y el peritoneo.^{4,21,23-25}

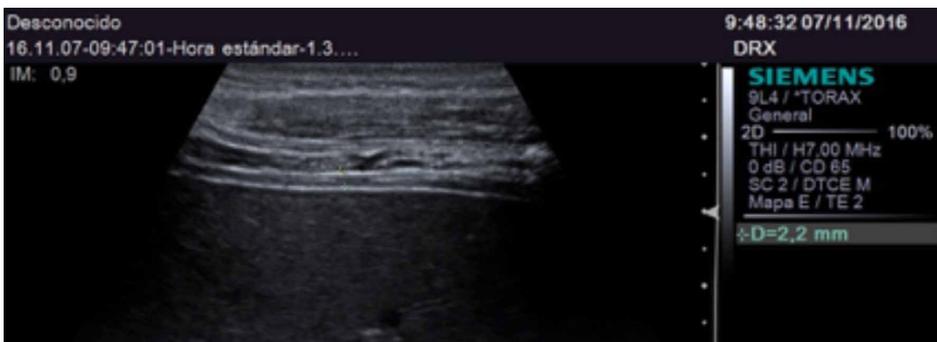


Figura 6: Medición del grosor diafragmático.

Una estandarización reciente del estudio sonográfico del grosor diafragmático en sujetos sanos aboga por la colocación del paciente en supino,²⁴ aunque esta posición puede no ser bien tolerada por pacientes con debilidad diafragmática, que pueden ser estudiados con una inclinación de 45° o lo más cerca posible del supino.²² Debemos señalar que la posición afecta al valor del grosor diafragmático, que será más grueso cuanto más vertical esté el cuerpo.²⁶

La medición del grosor diafragmático se realizará al final de la espiración no forzada.^{1,4,22-24} En esta última propuesta de estandarización de la medición del grosor²⁴ y en otras referencias se recomienda capturar 3 imágenes para su cálculo^{22,25} que podrán además ser empleadas para obtener otro parámetro que veremos a continuación.

Existe una variabilidad entre las cifras de normalidad entre los diferentes artículos. En 1989, Wait et al¹⁷ informan de un grosor medio entre 0,22 y 0,28 cm.

Posteriormente, Baldwin et al proponen la cifra de 0,17 cm como media de grosor, aunque únicamente estudian a 13 sujetos sanos.²⁷ Más recientemente, en 2013, indican una media de 0,33 cm para el hemidiafragma derecho, en un análisis con 150 individuos sanos;²⁵ en este mismo estudio se marca un límite inferior de normalidad de 0,15 cm, medido al final de una espiración no forzada.

Podemos considerar como valores normales de grosor en torno a 0,18 cm, se ha propuesto un límite inferior de normalidad de 0,12 cm, estableciendo un límite inferior de normalidad de 0,15 cm.²⁶ En julio de 2016, tras el estudio de una muestra de 109 sujetos sanos, se publicaron unas cifras de normalidad de $0,16 \pm 0,04$ cm, con un valor medio para mujeres de $0,14 \pm 0,03$ y de $0,19 \pm 0,04$ para hombres.²⁴

También en 2016 apareció una publicación con el estudio de 400 sujetos sanos con edades comprendidas entre un mes de vida y 16 años, con datos de normalidad para 4 franjas de edad: de un mes a 2 años; de 2 a 6 años; de 6 a 12 años y de 12 a 16 años.²⁸

VARIACIÓN DEL GROSOR DIAFRAGMÁTICO

La medición únicamente del grosor diafragmático puede no reflejar la presencia de parálisis en casos agudos, o puede incluso hacernos pensar en atrofia en personas sanas con un músculo diafragma delgado.¹⁰ A diferencia del grosor per se, la variación del grosor diafragmático durante la inspiración supone una aproximación indirecta a la actividad del diafragma.^{4,23}

Parece, por tanto, que es recomendable la medición de la variación del grosor diafragmático junto con la del grosor mismo, dada su potencial mayor sensibilidad.²²

Las fibras musculares se acortan durante la contracción y causan el aumento en el grosor muscular.¹ Este aumento durante la inspiración ha sido utilizado como una medida indirecta de la capacidad de contracción.^{17,29}

Su estudio se realiza mediante lo que se ha denominado fracción de acortamiento del diafragma, que es el porcentaje de aumento del grosor del mismo durante la inspiración máxima respecto a su grosor al final de una espiración no forzada (Figura 7).

BIBLIOGRAFÍA

1. Sarwal A, Walker FO, Cartwright MS. Neuromuscular ultrasound for evaluation of the diaphragm. *Muscle Nerve*. 2013; 47: 319-329; 2011; 4(164): 319-329.
2. Gerscovich EO, Cronan M, McGahan JP, Jain K, Jones CD, McDonald C. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. *J Ultrasound Med*. 2001; 20(6): 597-604.
3. Whitelaw WA. Shape and size of the human diaphragm in vivo. *J Appl Physiol*. 1987; 62(1): 180-186.
4. Dot I, Pérez-Teran P, Samper MA, Masclans JR. Disfunción diafragmática: una realidad en el paciente ventilado. *Arch Bronconeumol*. 2016; 20.
5. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Medicine*. 2013; 39: 801-810.
6. Jung KJ, Park JY, Hwang DW, Kim JH, Kim JH. Ultrasonographic diaphragmatic motion analysis and its correlation with pulmonary function in hemiplegic stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2014; 38 (1): 29-37
7. Epelman M, Navarro OM, Daneman A, Miller SF. M-mode sonography of diaphragmatic motion: description of technique and experience in 278 pediatric patients. *Pediatr Radiol*. 2005; 35(7): 661-667.
8. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. *Chest* . 2009; 135(2): 391-400.
9. Rocha T, Souza H, Brandão DC, Rattes C, Ribeiro L, Campos SL et al. The Manual Diaphragm Release Technique improves diaphragmatic mobility, inspiratory capacity and exercise capacity in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised trial. *J Physiother*. 2015; 61 (4): 182-189.
10. Summerhill EM, El-Sameed YA, Glidden TJ, McCool FD. Monitoring recovery from diaphragm paralysis with ultrasound. *Chest*. 2008; 133(3): 737-743.

11. Young Kim W, Jung Suh H, Hong S-B, Koh Y, Lim C-M. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2011; 39(12): 2627-2630.
12. Baria MR, Shahgholi L, Sorenson EJ, Harper CJ, Lim KG, Strommen JA et al. B-mode ultrasound assessment of diaphragm structure and function in patients with COPD. *Chest.* 2014; 146(3): 680-685.
13. Pinto S, Alves P, Pimentel B, Swash M, de Carvalho M. Ultrasound for assessment of diaphragm in ALS. *Clin Neurophysiol.* 2016; 127(1): 892-897.
14. Pérez L, Rodríguez J, Ubilla C, Díaz C, Arroyo R, Avaria MA et al. Ultrasonido: una alternativa en la evaluación del diafragma en niños con distrofia muscular de Duchenne. *Rev Chil Radiol.* 2011; 47(1): 37-43.
15. Santana PV, Prina E, Albuquerque AL, Carvalho CR, Caruso P. Identifying decreased diaphragmatic mobility and diaphragm thickening in interstitial lung disease: the utility of ultrasound imaging. *J Bras Pneumol.* 2016 Apr; 42(2): 88-94.
16. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med.* 2016 [Epub ahead of print].
17. Wait JL, Nahormek PA, Yost WT, Rochester DP. Diaphragmatic thickness-lung volume relationship in vivo. *J Appl Physio.* 1985, 1989; 67(4): 1560-1568.
18. Goligher EC, Laghi F, Detsky ME, Farias P, Murray A, Brace D et al. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity. *Intensive Care Med.* 2015; 41(4): 642-649.
19. Ayoub J, Cohendy R, Dauzat M, Targhetta R, De la Coussaye JE, Bourgeois JM et al. Non-invasive quantification of diaphragm kinetics using m-mode sonography. *Can J Anaesth.* 1997; 44(7): 739-744.
20. Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Boulton J, Guz A. Excursion-volume relation of the right hemidiaphragm measured by ultrasonography and respiratory airflow measurements. *Thorax.* 1994; 49(9): 885-889.
21. Sferrazza Papa GF, Pellegrino GM, Di Marco F, Imeri G, Brochard L, Goligher E, Centanni S. A Review of the Ultrasound Assessment of Diaphragmatic Function in Clinical Practice. *Respiration.* 2016; 91(5): 403-411.

22. Boon AJ, O’Gorman C. Ultrasound in the Assessment of Respiration. *J Clin Neurophysiol*. 2016; 33(2): 112-119.
23. Umbrello M, Formenti P. Ultrasonographic Assessment of Diaphragm Function in Critically Ill Subjects. *Respir Care*. 2016; 61(4): 542-555.
24. Carrillo-Esper R, Pérez-Calatayud aA, Arch-Tirado E, Díaz-Carrillo MA, Garrido-Aguirre E, Tapia-Velazco R et al. Standardization of Sonographic Diaphragm Thickness Evaluations in Healthy Volunteers. *Respir Care*. 2016; 61(7): 920-924.
25. Boon AJ, Harper CJ, Ghahfarokhi LS, Strommen JA, Watson JC, Sorenson EJ. Two-dimensional ultrasound imaging of the diaphragm: quantitative values in normal subjects. *Muscle Nerve*. 2013; 47(6): 884-889.
26. Hellyer NJ, Andreas NM, Bernstetter AS, Cieslak KR, Donahue GF, Steiner EA et al. Comparison of Diaphragm Thickness Measurements Among Postures Via Ultrasound Imaging. *PM R*. 2016; 11.
27. Baldwin CE, Paratz JD, Bersten AD. Diaphragm and peripheral muscle thickness on ultrasound: intra-rater reliability and variability of a methodology using non-standard recumbent positions. *Respirology*. 2011t; 16(7): 1136-1143.
28. El-Halaby H, Abdel-Hady H, Alsawah G, Abdelrahman A, El-Tahan H. Sonographic Evaluation of Diaphragmatic Excursion and Thickness in Healthy Infants and Children. *J Ultrasound Med*. 2016; 35(1): 167-175.
29. Gottesman E, McCool FD. Ultrasound evaluation of the paralyzed diaphragm. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997; 155(5): 1570-1574.



MEDIASTINO

Rosa Cordovilla Pérez

Miguel Iglesias Heras

Marco López Zubizarreta

Servicio de Neumología

Complejo Asistencial Universitario de Salamanca (Salamanca)

La valoración del mediastino mediante ultrasonidos es ampliamente utilizada y estudiada,¹⁻³ principalmente para la visualización del corazón y el pericardio mediante la ecocardiografía y de los ganglios y lesiones paratraqueales y subcarinales mediante la ecobroncoscopia. Esto se debe a la capacidad de obtención de imágenes de gran calidad en movimiento y a ser muy accesibles para la práctica diaria. Pero estas ventajas no han sido aprovechadas de una forma generalizada para la valoración de las estructuras mediastínicas a través de la pared torácica. Probablemente esto se deba a la gran capacidad de la tomografía computarizada para describir el mediastino y a la gran difusión de ésta técnica. Sin embargo, los ultrasonidos poseen una capacidad de valoración del mediastino netamente superior a la de la radiografía de tórax convencional,^{4,5} principalmente en el mediastino anterior y superior,⁶ y añaden también la posibilidad de tomar muestras guiadas.⁷

ASPECTOS TÉCNICOS

RELACIONES ANATÓMICAS

Para poder interpretar correctamente las imágenes ecográficas del mediastino, es absolutamente esencial conocer las estructuras anatómicas y sus relaciones espaciales.

TIPO DE SONDA

Las sondas más recomendables son aquellas de pequeño tamaño, tanto convexas como lineales, que manejen frecuencias entre 3 y 5 MHz,^{3,8,9} por la profundidad del campo ecográfico y la dificultad de localizar una ventana ecográfica correcta entre las costillas, el esternón y la pleura. Además, se recomienda la utilización de un ecógrafo con tecnología Doppler color para poder diferenciar las estructuras vasculares.^{3,8-10}

ACCESOS ECOGRÁFICOS

Las estructuras mediastínicas se encuentran localizadas retroesternalmente, por lo que para valorarlas hay que conseguir evitar el esternón. Por ello, los accesos posibles son tres:^{3,8}

- Supraesternal.
- Paraesternal.
- Subxifoideo.

1. Acceso supraesternal

A través del acceso supraesternal podemos ver las regiones anterior y superior del mediastino, y valorar la región traqueal, grandes vasos supraórticos, arco aórtico, región supraesternal y esófago.

Para abordar correctamente el mediastino por encima del esternón, el paciente debe estar en decúbito supino, con una almohada o cojín bajo la porción torácica alta de la espalda para conseguir una adecuada hiperextensión de la columna cervical.⁸

Las proyecciones que se pueden utilizar son:

- Transversa

Se pueden valorar las estructuras supraesternales perpendicularmente a la línea media (Figura 1).



Figura 1. Acceso supraesternal. Proyección transversa.

A: Colocación de la sonda en la fosa yugular. B: Corte con la tráquea (Tra), arterias carótidas comunes (AC) y recesos pleurales apicales (PL).

- Sagital

De manera paralela al eje longitudinal de la tráquea obtenemos imágenes bilaterales de las estructuras del cuello y del mediastino anterior, medio y posterior, incluyendo laringe y esófago (Figura 2).

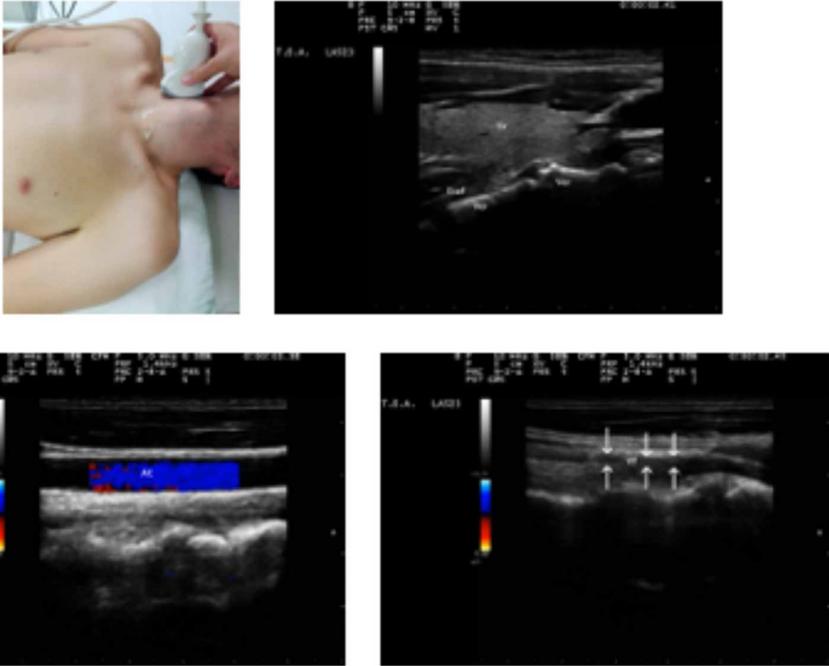


Figura 2. Acceso supraesternal. Proyección sagital. A: Colocación de la sonda ligeramente lateral. B: Corte más medial, donde se observa glándula tiroides (Tir), vértebras (Ver) y esófago (Esof), que se moviliza si solicitamos al paciente que trague. C: Corte más lateral con la arteria carótida común (AC). D: Para diferenciar arteria subclavia de vena yugular (VY), aplicamos una ligera presión con la sonda, con lo que la vena se colapsa (flechas).

- Semi-sagital

Con la colocación de la sonda lateral en la línea media, con una ligera inclinación medial y caudal, se puede valorar la región mediastínica superior, incluyendo troncos supraórticos (Figura 3).

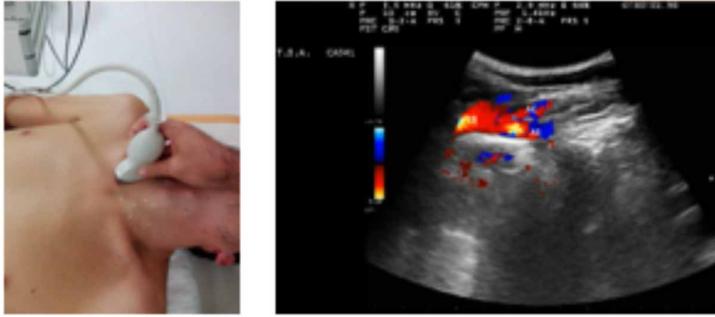


Figura 3. Acceso supraesternal. Proyección semi-sagital. A: Colocación de la sonda inclinada medial y caudalmente. B: Corte derecho con el tronco braquiocefálico (TB), arteria carótida común (AC) y arteria subclavia (AS).

- Coronal

El arco aórtico y la ventana aortopulmonar se pueden visualizar colocando la sonda en el eje coronal inmediatamente por encima del manubrio esternal (Figura 4).

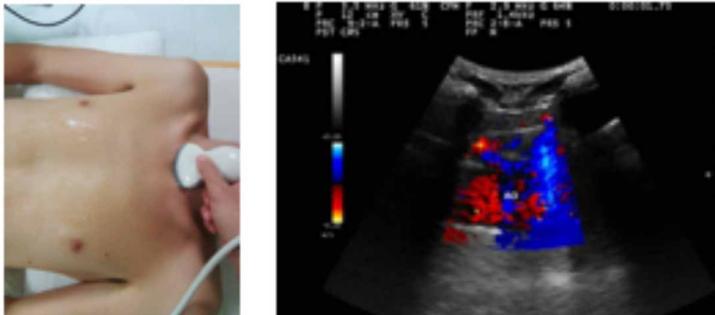


Figura 4. Acceso supraesternal. Proyección coronal. A: Colocación de la sonda. B: Se observa el arco aórtico (AO) con la doble coloración en el Doppler color.

2. Acceso paraesternal

Si colocamos al paciente en decúbito supino, tanto el esternón como la pleura y los pulmones nos impedirán la valoración de cualquier estructura (Figura 5). Por lo tanto, para observar las estructuras del mediastino medio es preciso colocar al paciente en decúbito lateral para que dichas estructuras se desplacen lateralmente.⁵⁻⁸

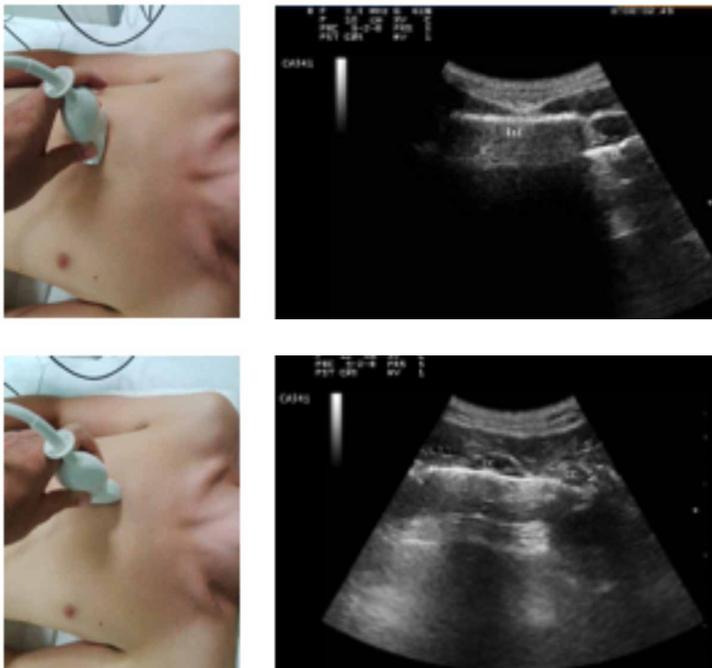


Figura 5. Acceso paraesternal en decúbito supino. A: Colocación de la sonda transversalmente. B: Esternón (Est) y pleura (Pl) en un corte transversal. C: Colocación de la sonda longitudinalmente. D: Visualización de cartílagos costales (CC) y pleura (Pl).

Así pues, hay dos proyecciones posibles:

- Paraesternal derecha

Con el paciente colocado en decúbito lateral derecho, visualizamos la parte derecha del mediastino medio y anterior junto a la aorta ascendente y la ventana aortopulmonar (Figura 6).



Figura 6. Acceso paraesternal derecho en decúbito lateral derecho. A: Colocación del paciente y de la sonda. B: Corte longitudinal, con la aorta ascendente (AO) en primer plano y arteria pulmonar (AP).

- Paraesternal izquierda

En este caso se coloca al paciente en decúbito lateral izquierdo, y se puede valorar la parte izquierda del mediastino medio y anterior y las cámaras cardíacas (Figura 7).



Figura 7. Acceso paraesternal izquierdo en decúbito lateral izquierdo. A: Colocación del paciente y de la sonda. B: Corte longitudinal con el que se visualiza la aorta ascendente (AO), aurícula izquierda (AI) y ventrículo izquierdo (VI).

3. Acceso subxifoideo

Mediante el acceso subxifoideo o subesternal, únicamente podemos valorar la región inferior del mediastino posterior: esófago, vena cava inferior y aorta descendente.⁸

INDICACIONES DE LA ECOGRAFÍA PARA VALORACIÓN DEL MEDIASTINO

Puesto que la rentabilidad del acceso supraesternal para la valoración del mediastino anterior y superior llega hasta el 95%², las principales indicaciones de la ecografía transtorácica se refieren a las posibles alteraciones en dicha región mediastínica^{3,5,6,8} (Tabla I).

Tabla I. Indicaciones de la ecografía transtorácica para la valoración del mediastino⁸

Ensanchamiento mediastínico en radiografía de tórax
Valoración de infiltración tumoral
Punción y/o drenaje

En la mayoría de casos, realizaremos la ecografía tras la radiografía de tórax cuando se sospeche la presencia de una lesión mediastínica, dada su mejor capacidad de caracterización de la misma⁸ (Tabla II). También nos permite valorar la posible infiltración de una lesión tumoral de las estructuras adyacentes, principalmente vasos, en el momento de la estadificación.^{3,8} Por último, la valoración en tiempo real de las lesiones mediastínicas con los ultrasonidos nos permite la realización guiada de la punción y del drenaje de las mismas con alta precisión.^{7,8}

Tabla II. Características ecográficas de las masas mediastínicas⁸

Apariencia	Tipo de lesión
Anecoica	Lesión quística
Hipoecoica homogénea	Linfoma, adenopatías
Hipoecoica heterogénea	Carcinomas, metástasis
Hiperecoica	Timo (niños), tumores germinales, sarcoma

HALLAZGOS ECOGRÁFICOS DE LAS DISTINTAS MASAS OCUPANTES DE ESPACIO MEDIASTÍNICAS

Todas las características que se van a describir a continuación son los hallazgos típicos en cada una de las patologías, pero ninguno de ellos tiene la especificidad suficiente para realizar un diagnóstico, por lo que siempre se recomienda la toma de muestra para estudio anatomopatológico.^{3,8}

ADENOPATÍAS MEDIASTÍNICAS

Los ganglios linfáticos normales, debido a su ecogenicidad similar al tejido que los rodea, no son visibles mediante ultrasonografía. Pero sí que lo son los afectados por un proceso inflamatorio o por infiltración tumoral. Por ello, se debe considerar patológico cualquier ganglio visualizado.^{3,8} La mayoría de las adenopatías inflamatorias y de las metastásicas menores de 2 cm son hipoeicoicas de manera homogénea, mientras que en aquellas con infiltración tumoral de mayor tamaño la ecogenicidad puede ser más heterogénea por la presencia de necrosis o fibrosis.

En el caso de los linfomas, habitualmente se observa una masa hipoeicoica homogénea. Pero en ocasiones puede ser hiperecoica respecto al tejido circundante, y en la enfermedad tipo bulky las adenopatías se fusionan para formar un conglomerado adenopático con imágenes típicamente heterogéneas.

QUISTES MEDIASTÍNICOS

El diagnóstico ecográfico de las lesiones quísticas, tanto pericárdicas como pleurales o broncogénicas, suele ser sencillo, puesto que son lesiones muy bien definidas, anecoicas y con ecos en su interior con refuerzo posterior. En ocasiones, cuando el líquido de su interior es muy viscoso, la imagen puede ser hipocóica y homogénea, lo que dificulta su diagnóstico.^{3,8}

MASAS TIROIDEAS MEDIASTÍNICAS

El diagnóstico es sencillo cuando las masas de origen tiroideo se introducen en el mediastino, puesto que se continúan con el resto de la glándula cervical.³

MASAS ESOFÁGICAS

Las masas dependientes del esófago son visibles mediante ecografía cuando se encuentran en la porción proximal (acceso supraesternal) y distal (acceso subxifoideo). Ecográficamente, suelen ser masas hipocóicas con márgenes mal definidos.^{3,8}

ALTERACIONES PERICÁRDICAS

La presencia de derrame pericárdico y hemopericardio es fácilmente demostrable por ecografía al visualizarse una cámara pericárdica, bien sea anecoica o con ecos en su interior.

PATOLOGÍA VASCULAR

Los grandes vasos mediastínicos son bien visibles mediante ecografía torácica, en especial con la ayuda del Doppler-color, pudiendo diagnosticar aneurismas, estenosis y disecciones traumáticas de la aorta ascendente y del cayado. Del mismo modo, también son accesibles los vasos supraórticos en caso de estenosis, compresión o trombosis de los mismos.³

BIBLIOGRAFÍA

1. Goldberg BB. Suprasternal ultrasonography. JAMA. 1971; 215(2): 245-250.
2. Wernecke K, Peters PE, Galanski M. Mediastinal tumors: evaluation of suprasternal sonography. Radiology. 1986; 159(2): 405-409.
3. Wernecke K, Diederich S. Sonographic features of mediastinal tumors. Am J Roentgenol. 1994; 163(6): 1357-1364.
4. Vollmer I, Gayete A. Ecografía torácica. Arch Bronconeumol. 2010; 46(1): 27-34.
5. Wernecke K, Pötter R, Peters PE. Parasternal mediastinal sonography: sensitivity in the detection of anterior mediastinal and subcarinal tumors. Am J Roentgenol. 1988; 150(5): 1021-1026.
6. Wernecke K, Vassallo P, Pötter R, Lückener HG, Peters PE. Mediastinal tumours: sensitivity of detection with sonography compared with CT and radiography. Radiology. 1990; 175(1) :137-143.
7. Stigt JA, Groen HJM. Percutaneous ultrasonography as imaging modality and sampling guide for pulmonologists. Respiration. 2014; 87(6): 441-451.
8. Blank W. Mediastinum. En: Mathis G (coord.). Chest sonography. Second edition. Heidelberg: Springer; 2008; 109-124.
9. Beckh S, Bölskei PL, Lessnau KD. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. Chest. 2002; 122(5): 1759-1773.
10. Herth FJ, Becker HD. Transthoracic ultrasound. Respiration. 2003; 70: 84-94.



EBUS LINEAL: MÁS ALLÁ DE LA PARED BRONQUIAL

**Noelia Cubero de Frutos
Marta Andrea Díez Ferrer
Rosa López Lisbona
Antoni Rosell Gratacós**

Servicio de Neumología. Hospital Universitari de Bellvitge
(L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona)

INTRODUCCIÓN Y PROPÓSITOS

La ecobroncoscopia lineal empezó a utilizarse hace poco más de una década. Esta técnica se realiza mediante un transductor curvilíneo de ultrasonidos incorporado al extremo de un broncoscopio. Permite realizar punciones con aspiración, guiadas en tiempo real por una imagen ultrasonográfica. Es posible explorar y tomar muestras de ganglios o tumores submucosos y extramurales, que se encuentran en los hilios, mediastino o pulmón adyacente a la vía aérea. El objetivo de este capítulo es describir unas pautas que nos ayuden a la realización del procedimiento.

PERSONAL Y FORMACIÓN

El equipo de trabajo debe constar de un neumólogo y un anestesista, y en caso de no disponer de anestesista, es necesaria la participación de un segundo neumólogo que se responsabilizará de la sedación. Completan el equipo un patólogo y/o un citotécnico, un enfermero y un auxiliar de enfermería.

Antes de comenzar a realizar el procedimiento, se debe aprender la técnica con un neumólogo experimentado y realizar cursos presenciales que pueden reforzarse con cursos a través de internet (www.bronchoscopy.org). También es recomendable la utilización de tests para evaluar los progresos y de simuladores en el proceso de adquisición de las habilidades técnicas necesarias (Evidencia Grado 2C). La curva de aprendizaje depende de cada persona, aunque se estima que se deben realizar unos 50 procedimientos acompañados antes de realizarlos solo. Es importante comprobar la evolución de la habilidad en la realización de la técnica, por lo que se recomienda revisar la rentabilidad de cada neumólogo. Para mantener lo aprendido, se debería realizar un mínimo de procedimientos (30-40 anuales) y mantenerse al día de los conocimientos teóricos.¹

SOLICITUD DE LAS PRUEBAS

- En la petición de la prueba debe realizarse un resumen del historial clínico en el que conste el motivo de solicitud.
- Anotar si se dispone de analítica con hemograma y coagulación y si son normales. En caso de no disponer de ella, solicitarla junto con la prueba.
- Anotar si el paciente toma algún tipo de antiagregante y/o anticoagulante.
 - En caso de tratamiento antiagregante, si toma dosis de 100-150 mg no se requiere retirarlo. Si toma 300 mg y no puede suspenderse el tratamiento, habría que pasarlo a 100 mg o 150 mg previamente a la exploración (mínimo 5 días antes). Si toma clopidogrel, suspenderlo 7 días antes y dejar AAS 100 mg. Si hay alguna contraindicación o dudas, remitir a sus médicos tratantes.
 - En caso de tratamiento anticoagulante, explicar al paciente que acuda al centro de control de anticoagulación en cuanto le avisen del día de la exploración.

- Pruebas de imagen (TC o PET-TC con menos de 6 semanas desde su realización). Si el paciente viene de otro centro y la prueba de imagen no puede visualizarse a través de la red pertinente, el paciente debe traerla el día de la exploración.
- Es recomendable disponer de una broncoscopia flexible previa para establecer la indicación correcta del EBUS.
- La firma del Consentimiento Informado en el momento previo a la exploración no tiene validez legal. Los pacientes deberían firmar el consentimiento el día de la visita cuando se les explica y solicita la prueba. Se debe hacer especial hincapié en las complicaciones más frecuentes, como insuficiencia respiratoria, broncoespasmo, hemorragia, fiebre, neumonía, mediastinitis, pericarditis, neumotórax y complicaciones derivadas de la modificación de la antiagregación.²
- Se debe hacer constar en la petición si el paciente requiere algún tipo de aislamiento.
- En caso de realizarse el procedimiento con sedación profunda o anestesia general, el paciente debe aportar electrocardiograma, y en caso de alta comorbilidad asociada, debe realizarse una visita preoperatoria con anestesiología.

EQUIPO

ECOBRONCOSCOPIOS

Hay tres tipos de ecobroncoscopios lineales comercializados: BF-UC160F y BF-UC180F de Olympus®, EB-1970UK de Pentax® y EB-530US de FujiFilm®. (Tabla I).

Tabla I. Ecobroncoscopios lineales comercializados

Ebus		Diámetro	Canal	Campo de Visión	Frecuencia	Ángulo de Visión Frontal
BF-UC160F Híbrido	Olympus®	6.9 mm	2 mm	80°	5-12 MHz	30°
BF-UC180F Video	Olympus®	6.9 mm	2.2 mm	80°	5-12 MHz	30°
EB-1970UK Video	Pentax®	7.4 mm	2 mm	100°	5-10 MHz	40°
EB-530US Video	FujiFilm®	6.7 mm	2 mm	120°	5-12 MHz	10°

AGUJAS

Existen distintos tipos de agujas comercializadas. Las agujas tienen una longitud de entre 4 y 5 cm y un calibre de 19G, 21G, 22G o 25G. Cuanto menor es el número de Gauge, mayor es el calibre. No hay evidencia suficiente para recomendar la utilización de 21G vs 22G en el diagnóstico de malignidad, aunque los datos recopilados indican que, a mayor diámetro, más material, con mayor preservación de la arquitectura y más contaminación hemática (Evidencia grado 2C). No existen series publicadas de casos con 19G y 25G, aunque las 19G se reservarían para el diagnóstico de sarcoidosis o linfoma, mientras que las de 25G para casos de neoplasia en que sea difícil pasar entre dos anillos cartilagosos, en que el sangrado tras la punción sea significativo o incluso para casos en que sea necesaria una punción transvascular. (Tabla II).

Tabla II. Aguja comercializadas

AGUJA		GAUGE	CANAL	PUNTA del FIADOR	BRONCOSCOPIO	ADAPTADOR
NA-201SX-4022	Olympus®	22	2 mm	Redondeada	Olympus®	No
NA-201SX-4021	Olympus®	21	2 mm	Redondeada	Olympus®	No
NA-201SX-4021 NA-U402SX-4019	Olympus®	19	2.2 mm	Redondeada	Olympus®	No
ECHO-HD-22- EBUS-O-C	Cook Medical®	22	2 mm	Redondeada	Olympus®	No
ECHO-HD-22- EBUS-P-C	Cook Medical®	22	2 mm	Redondeada	Pentax®	Sí
ECHO-HD-25- EBUS-O-C	Cook Medical®	25	2 mm	Viselada	Olympus®	No
ECHO-HD-25- EBUS-P-C	Cook Medical®	25	2 mm	Viselada	Pentax®	Sí
Expect Pulmonary 22Ga™	BostonScientific®	22	2 mm	Viselada	Olympus®	Sí
Expect Pulmonary 25Ga – Olympus™	BostonScientific®	25	2 mm	Viselada	Olympus®	Sí
GUS-46-18-022 -Nitinol-	Sonotip® II de EBUS de Mediglobe®	22	2 mm	Redondeada	Olympus® FujiFilm®.	Sí
GUS-45-18-022 -Acero inox-	Sonotip® II de EBUS de Mediglobe®	22	2 mm	Redondeada	Olympus® FujiFilm®.	Sí

Son dispositivos desechables para utilizar en un solo paciente durante un procedimiento. Todos los modelos tienen una estructura similar, y están compuestos por:

- **Fiador:** guía metálica que se encuentra en el interior de la aguja para evitar aspirar material contaminante durante la punción y aumentar la estabilidad del instrumento al hacer la punción. Asimismo, una vez realizada la punción y después de extraer la aguja, es útil insertar de nuevo el fiador para expulsar la muestra.
- **Mango de la aguja:** hace sobresalir la aguja fuera de la vaina en el extremo distal y la retrae antes de retirarla del ecobroncoscopio.
- **Ajustador y seguro de la longitud de la aguja.**
- **Ajustador y seguro de la longitud de vaina** que sale del ecobroncoscopio para evitar puncionar el canal del ecobroncoscopio cuando se desliza la aguja por su interior.
- **Fijador:** elemento donde se conecta la aguja con el ecobroncoscopio al canal de trabajo.
- **Vaina protectora.**
- **Aguja:** puede ser de diferentes calibres con una zona hiperecoica que confirma la posición de la aguja en las imágenes de ultrasonidos.

JERINGA

Permite aplicar una presión negativa a la aguja para realizar la aspiración. Según el nivel de vacío de la jeringa, se aplica más o menos presión negativa (de 5 a 20 cm de agua).

VÁLVULA ADAPTADORA

Sirve para conectar la aguja con el ecobroncoscopio cuando es necesario entre algunos tipos de agujas y determinados ecobroncoscopios.

BALÓN

Es un pequeño globo de látex desechable que se coloca sobre el transductor y se llena de suero salino a través de una válvula que conecta con el canal que recorre el ecobroncoscopio. Permite la transmisión de las ondas de US a la pared de la

vía aérea, con lo que mejora la calidad de la imagen. Se utiliza una jeringa de 2 a 5 ml de suero salino con una llave de paso, conectada al canal de balón. Antes de iniciar la exploración, es importante eliminar todas las burbujas de aire del globo mediante la aplicación de presión en la parte circular distal del balón.

INDICACIONES

MALIGNAS

Cáncer de pulmón no célula pequeña

- Para la estadificación del CPNCP en un paciente sin metástasis a distancia y en el que se haya objetivado mediastino patológico por TC o PET o en pacientes con mediastino normal en las siguientes circunstancias (Evidencia grado A):³⁻⁴
 - El tumor es central.
 - El tumor es periférico y mayor de 3 cm de diámetro.
 - El tumor es periférico y no se capta en el PET.
 - El tumor es periférico y se observan adenopatías hiliares (N1).
- Es mejor realizar EBUS + EUS/EUS-B que una técnica sola (Grado C), aunque si no es posible, se acepta la realización de EBUS sólo (Grado 1 C).⁴
- Es importante el conocimiento de las estaciones ganglionares del mediastino y sus límites vasculares. Mediante EBUS se pueden explorar y tomar muestra de las estaciones ganglionares 12-11-10-7-4 y 2 bilaterales. Mediante EUS-B es posible explorar 9-8-7-4L-2L. Las estaciones 5 y 6 se pueden ver, pero para puncionar es necesario atravesar la arteria pulmonar o la aorta, estaciones que están normalmente afectadas cuando hay tumores de LSI, por lo que en estos casos se prefiere la realización de VATS.³
- Si el estudio endosonográfico del mediastino es negativo, se recomienda realización de mediastinoscopia (Grado B).³
- Se debe realizar un estudio sistemático de todo el mediastino y ambos hilios. Si existen ganglios linfáticos mayores de 5 mm, hay que realizar PAAF en al menos tres estaciones linfáticas mediastínicas diferentes (las más frecuentes son: 4R, 4L y 7), y si hay algún otro GL sospechoso por PET, TC o por estudio de US (Grado D). Es importante analizar la localización y el tamaño de

las adenopatías en las pruebas de imagen (TC o PET) antes de comenzar el procedimiento. La estadificación del mediastino se debe realizar de N3 a N1.³

- Está indicado en la reestadificación del mediastino tras terapia neoadyuvante (Grado C).³
- Se puede realizar EBUS para la toma de muestras para estudio de mutaciones, pero se deben realizar al menos 4 punciones y se deben realizar con ROSE (Grado 2C).⁵

Linfoma

- El EBUS es útil como primera estrategia diagnóstica para el estudio de adenopatías mediastínicas cuando existe la sospecha de linfoma, y sobre todo en recaídas cuando ya se ha realizado previamente una mediastinoscopia.
- No es la técnica de elección en todos los casos debido a que tiene una sensibilidad baja y hay discordancia entre los resultados de la citología y la histología. Las muestras se deben remitir a citohematología para estudio mediante citometría de flujo. Se espera que la rentabilidad mejore con la utilización de las agujas de mayor calibre (19G) que se han comercializado recientemente.⁶

BENIGNAS

Sarcoidosis

- Es posible diagnosticar sarcoidosis mediante la realización de EBUS (Grado 1C) y la obtención de muestras en las que se vean granulomas no caseificantes con cultivo negativo para micobacterias. Las imágenes de US pueden ser también de utilidad, ya que la imagen de conglomerados de adenopatías bilaterales hiliares es muy característica. La combinación de EBUS-PAAF junto con la realización de un BAL ha dado la mayor rentabilidad para el diagnóstico de esta enfermedad.⁷

Tuberculosis

- En pacientes con sospecha de tuberculosis con adenopatías mediastínicas o hiliares, es posible tomar muestras y remitirlas para estudio microbiológico (grado 1C).⁸

PROCEDIMIENTO

ANESTESIA Y SEDACIÓN

El procedimiento puede realizarse de forma ambulatoria, bajo sedación moderada, profunda o anestesia general según la disponibilidad del centro (grado 2C). Cuando se realiza con anestesia general, se aconseja utilizar en el paciente una mascarilla laríngea para permitir la exploración de las estaciones ganglionares paratraqueales altas. Hay diferentes tipos de mascarillas laríngeas, que se clasifican según el peso del paciente. Si se ha de realizar intubado, se precisa un tubo mínimo del 8. El paciente debe estar monitorizado con electrocardiograma, saturación de oxígeno y tensión arterial.

TÉCNICA⁸⁻¹¹

1. Preparación de la aguja y del ecobroncoscopio

Colocar el balón en el aplicador y este sobre las caras laterales del transductor para no dañarlo. A continuación, asegurar el extremo del balón en la ranura proximal del transductor con los dedos índice y pulgar. Instilar de 5 a 10 ml de suero salino por el canal del balón y asegurar que no quedan burbujas en el interior del balón. Comprimir y extraer todo el aire fuera del balón. Asegurar el extremo distal del balón en la ranura distal del transductor.

2. Introducción del ecobroncoscopio

En caso de paciente no intubado y una vez anestesiadas las cuerdas vocales, introducir el ecobroncoscopio a través de la parte anterior del introito laríngeo para facilitar que el transductor pase sin dificultad.

3. Manipulación del ecobroncoscopio dentro de la vía aérea.

- a. Cualquier giro que se realice para introducir el ecobroncoscopio en un bronquio debe hacerse unos 1-2 cm antes de llegar a dicho punto, ya que el transductor se encuentra distal a la óptica.

4. Introducción del ecobroncoscopio

- a. Los principales comandos de la imagen de US que podemos modificar para optimizar la visualización son:
 - *Ganancia*: es la amplificación artificial por el ecógrafo de los ecos que recibe la sonda. Equivale al brillo de la televisión.

- *Profundidad*: es la penetración que vemos en la pantalla en cm. Se muestra en un margen de la pantalla. La profundidad recomendada para realizar el estudio es entre 3 y 5 cm, ya que es donde se localizan los ganglios, las masas adyacentes a la vía aérea y las principales estructuras vasculares.
- *Frecuencia*: la frecuencia a la que se emiten las ondas se puede modificar, aunque normalmente durante todo el estudio se mantiene entre 7,5 y 12 MHz. Cuanto mayor sea la frecuencia, menos profundidad, pero más resolución.
- *Doppler*: Nos permite identificar los vasos sanguíneos. Hay diferentes tipos: el espectral, el de energía o el de velocidad. Es recomendable utilizar el de energía, pues permite localizar el hilio vascular dentro del ganglio, si existe. Una vez localizado, se debe intentar evitar puncionar a través suyo.

Se debe explorar todo el mediastino y ambos hilios, tomar imágenes de los ganglios que deben ser puncionados y medir el eje corto de la imagen con mayor superficie del ganglio.

- Localizar la estación ganglionar según referentes endoscópicos y en relación con las estructuras vasculares que le rodean.
- Para explorar cada estación, se coloca el transductor del ecobroncoscopio en la porción caudal de la estación ganglionar a estudio. Se flexiona la punta contra la pared, y en caso de no obtener una imagen óptima, se instila suero salino en el balón hasta que se obtenga una imagen nítida.
- Una vez localizado el ganglio, se deberá rotar la muñeca para obtener la imagen en la que se vea de mayor tamaño.
- Con el fin de ubicar el ganglio en la trayectoria de la aguja, subir y bajar el ecobroncoscopio con movimientos lentos. De este modo, el ganglio a puncionar se mueve a derecha e izquierda en la pantalla.
- Es conveniente abrir una ficha en la que ir apuntando las características de cada ganglio para posteriormente seleccionar los ganglios de los que debemos tomar muestras y para la realización del informe. Un ejemplo de las características a apuntar podrían ser: nombre de la estación, tamaño del ganglio, forma del ganglio, presencia de hilio vascular, presencia de necrosis, contenido homogéneo o heterogéneo y número de pases.

5. Introducción de la aguja dentro del ecobroncoscopio

- a. Colocar el ecobroncoscopio en posición neutra, sin flexionar el extremo distal, e introducir la aguja por el canal de trabajo y fijar la aguja.
- b. Localizar el ganglio en la posición óptima para realizar la punción. Es importante memorizar la posición del ecobroncoscopio cuando se estudió por primera vez el ganglio, la longitud introducida y la orientación para poder volver a encontrarlo.
- c. Ajustar a la vaina, para que se vea en la imagen endoscópica, y posteriormente fijarla; si se saca mucho, se perderá contacto y calidad de la imagen; si se saca poco, se corre el riesgo de puncionar el canal.
- d. Ajustar la longitud de la aguja según la medida del ganglio + 0,5 cm para compensar el espacio entre el extremo de la aguja y el comienzo del ganglio.
- e. En algunos tipos de aguja, las que tienen los fiadores de punta redondeada sobresalen de la aguja y deben retirarse un par de mm en el momento de la punción, mientras que los de punta biselada se adaptan por completo al perfil de la aguja y no es necesario modificar su longitud.
- f. Sujetar firmemente el mango de la aguja con el dedo índice y el pulgar, mientras que la palma y el resto de dedos deben sostener el resto de la aguja y estar fijados en la parte inferior. La punción se puede realizar poco a poco para intentar mantener la visión de US y adaptarse a los movimientos respiratorios y latidos del corazón o con un golpe rápido y firme. A mayor fuerza y velocidad de punción (golpe seco), más facilidad de traspasar la pared, sobre todo a nivel traqueal.
- g. Solicitar a un ayudante que fije el ecobroncoscopio a la altura de la boca del paciente, sin empujarlo ni cambiar su posición, para no perder la imagen en el momento de la punción. En ocasiones, es muy útil que el asistente imprima cierta presión para facilitar la penetración.
- h. Para poder certificar la ubicación del extremo de la aguja, es útil movilizar el fiador hasta observar la transmisión de los movimientos en la pantalla.

6. Toma de la muestra

- a. Puede ser con o sin jeringa:
 - i. Sin presión negativa: Extraer el estilete poco a poco mientras se realizan pases de la aguja dentro del ganglio linfático para aspirar por capilaridad el material.
 - ii. Colocar la jeringa y abrir la succión a 5 mm de Hg (puede incrementarse hasta 10 cm H₂O). Es preferible comenzar sin succión e ir aumentando la presión negativa en caso de obtener poca cantidad de muestra que comenzar con mucha presión y obtener una muestra hemática.
- b. Realizar 3-4 pases más de la aguja dentro del ganglio, sin salirse de los límites, pero aprovechando al máximo la longitud del mismo, de forma suave. Para tomar muestra de otra zona dentro del mismo ganglio, se puede cambiar el ángulo de punción retrayendo la aguja hasta el límite proximal y moviendo la palanca de flexo-extensión. Realizar 3-4 pases más. Es importante ver la punta de la aguja en todo momento.
- c. Solicitar al ayudante que controle que no hay salida de material hemático en la jeringa de succión. Si esto ocurriera, cerrar la succión y finalizar los pases. Los pases sucesivos se deberán realizar sin succión.
- d. La frecuencia de los pases debe ser de 1 a 2 movimientos por segundo durante menos de 6 segundos (da tiempo a realizar unos 4-5 pases).
- e. Una vez finalizados los pases, con la punta de la aguja dentro del ganglio, cerrar la succión y retirar la jeringa para evitar que con la presión negativa restante se aspire material contaminante al extraer la aguja.
- f. Extraer la aguja e introducirla dentro de la vaina hasta oír un “click” y fijarla.

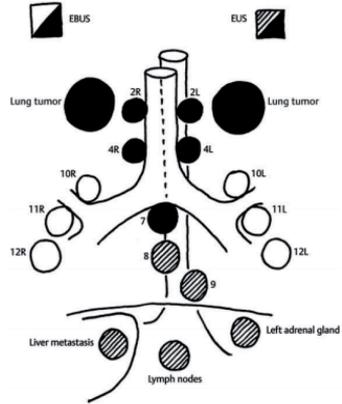
7. Preparación de la muestra para estudio citológico e histológico

- a. No hay suficiente evidencia a día de hoy para recomendar la utilización de ROSE en cada procedimiento (grado 1B), pero en caso de no disponer de ROSE se recomienda realizar al menos 3 pases por cada ganglio linfático.
- b. La presencia del patólogo en la sala permite saber qué muestra es valorable, y en determinados casos diagnostica y nos informa de cuándo una muestra es suficiente o no para realizar las diferentes técnicas necesarias para optimizar el diagnóstico.
- c. La citología y los bloques celulares obtenidos pueden remitirse para estudio anatomopatológico, microbiológico, inmunohistoquímico y determinaciones moleculares.

8. Control post-procedimiento

- a. Aunque no existe evidencia publicada, en nuestra práctica diaria administramos una dosis de antibiótico profiláctico (amoxicilina-clavulánico 2 gr intravenoso) en caso de realizarse más de diez PAAF, para prevenir complicaciones, como la mediastinitis.
- b. Es conveniente que el paciente quede en observación unas 4 horas post-procedimiento para evaluar posibles complicaciones de la sedación o anestesia general.
- c. En pacientes con insuficiencia respiratoria durante el procedimiento realizado vía aérea, valorar si los ganglios a estudio son susceptibles de ser puncionados vía esofágica, ya que en estos casos es mejor tolerado.

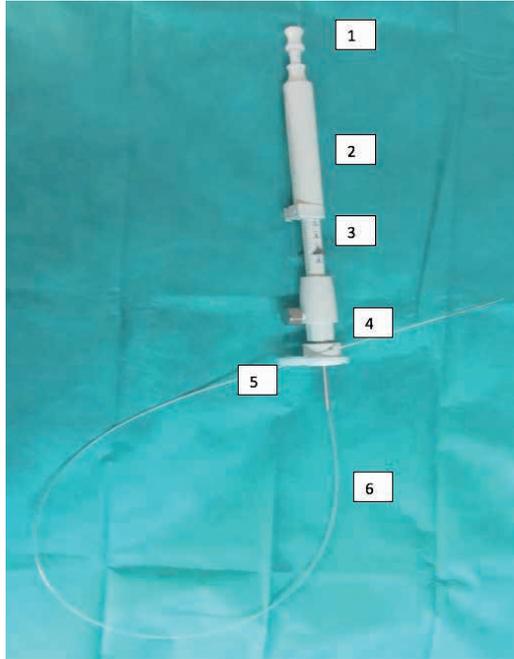
ICONOGRAFÍA



Mapa ganglionar.
International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC).



Mascarilla laríngea.



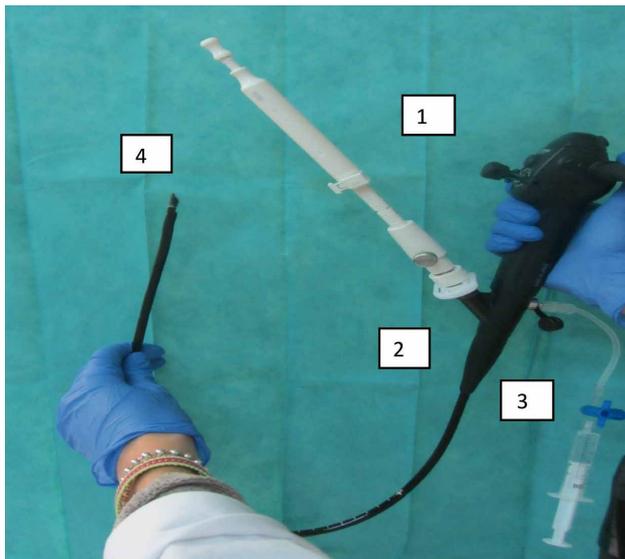
Aguja. 1: Fiador. 2: Mango.
3: Ajustador de la longitud de la aguja. 4: Ajustador de la longitud de la vaina.
5: Fijador. 6: Vaina protectora.



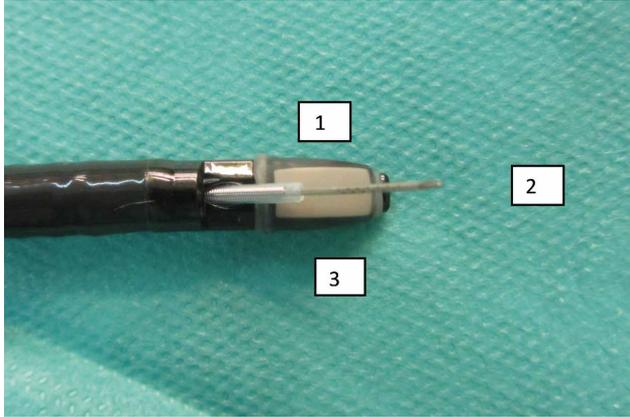
Jeringa.



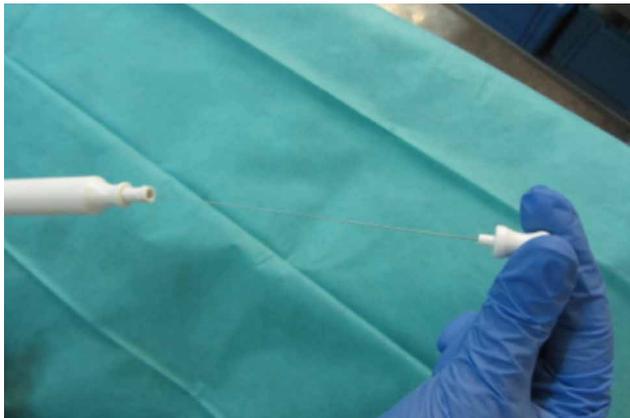
Balón con burbuja.



Ecobronscopio con aguja. 1: Válvula del puerto de succión.
2: Válvula del puerto por el que se introduce la aguja.
3: Llave de tres pasos para introducir el suero en el balón.
4: Sonda de ultrasonido.



Punta del ecobroncoscopio con la aguja.
1: Sonda de ultrasonido con balón sin hinchar.
2: Aguja. 3: Vaina.



Extracción del fiador.

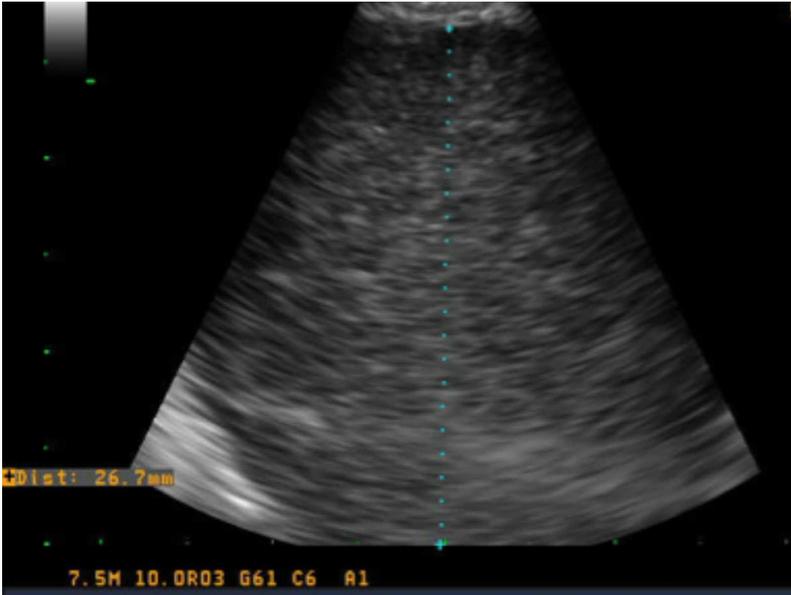


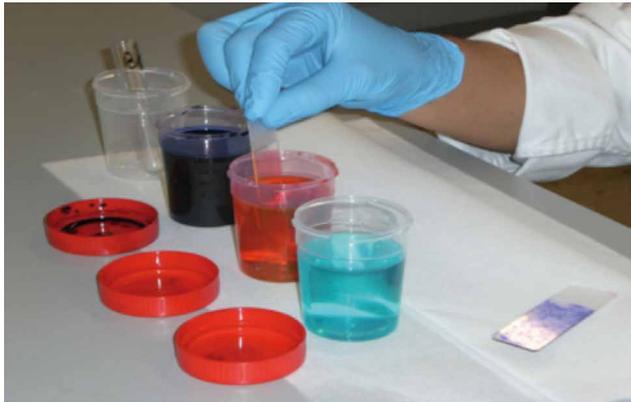
Imagen y medición de un ganglio linfático.



Punción de un ganglio linfático con Doppler.



Muestra extraída de una punción,
preparada para estudio mediante ROSE.



Tinción Diff-Quick de la muestra para ROSE.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rosell A, Cubero N. Endobronchial ultrasound: basic principles, en Díaz Jiménez JP, Rodríguez AN (ed.). *Interventions in Pulmonary Medicine*. Springer. 2013, ISBN 978-1-4614-6008-4.
2. Asano F, Aoe M, Ohsaki M et al. Complications associated with endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: a nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *Respiratory Research*. 2013, 14: 50.
3. Vilmann P, Clementsen PF, Colella S et al. Combined endobronchial and esophageal endosonography for the diagnosis and staging of lung cancer: European society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE). Guideline in cooperation with the European Respiratory Society (ERS) and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *Endoscopy* 2015; 47: 545-559.
4. Villar Álvarez F, Muguruza Trueba I et al (coord.). Recomendaciones SEPAR de diagnóstico y tratamiento del cáncer de pulmón de células no pequeñas. *Archivos de bronconeumología*. Volumen 52. Extraordinario 1. Mayo 2016.
5. Van der Heijden EH, Casal RF, Trisolini R et al. Guideline for the acquisition and preparation of conventional and endobronchial needle aspiration specimens for the diagnosis and molecular testing of patients with known or suspected lung cancer. *Respiration* 2014; 88: 500-517.
6. Korrungruang P, Oki M, Saka H et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration is useful as an initial procedure for the diagnosis of lymphoma. *Japanese respiratory society*. 2015.
7. Gupta D, Dadhwal D, Afarwal R et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration vs conventional transbronchial needle aspiration in the diagnosis of sarcoidosis. *Chest*. 2014; 146 (3): 547-556.
8. Kiral N, Caglayan B, Salepei B et al. Endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration in diagnosing intratoracic tuberculosis lymphadenitis. *Med Ultrason*. 2015, 17 (3): 333-338.

9. EBUS-TBNA Procedural Protocol (Interventional Pulmonology, developed by IPSID in close consultation with Dr Nakajima, Tokyo).
10. Cordovilla Pérez R, Pérez Izquierdo J, Andreo García F. Ecobroncoscopia. Capítulo 3 del manual SEPAR de procedimientos 28. SEPAR. 2013, ISBN 978-84-941669-4-5.
11. Technical Aspects of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration. Chest Guideline and Expert Panel Report. Chest. 149 n. 3. 2015.
12. Murgu SD. Diagnosing and staging lung cancer involving the mediastinum. Chest. 2015; 147 (5): 1401-1412.



Solicitada
la acreditación
al CDCPS



Editorial **Respira**



Sociedad Española
de **Neumología**
y **Cirugía Torácica**
SEPAR