4

La ecografía como técnica neumológica

M. Arenas Gordillo, D. Del Castillo Otero

INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos asistido a una gran difusión de la ecografía en el campo de la neumología. Hoy en día la mayoría de unidades y servicios de neumología disponen de un ecógrafo propio o compartido que utilizan como herramienta diagnóstica habitual en la práctica clínica.

El mayor interés de la ecografía por los neumólogos se debe a diferentes causas: equipos cada vez más resolutivos y portátiles con un coste menor, introducción de la ecobroncoscopia con la posibilidad de realizar también ecografía transtorácica con el mismo equipo, introducción del conocimiento en ecografía torácica en los programas de formación de los residentes, realización de numerosos cursos de postgrado en ecografía torácica para los neumólogos y, por último, publicación de un mayor número de artículos en relación con las utilidades de la ecografía torácica en el campo de la neumología.

La ecografía tiene enormes ventajas, que hacen que sea de gran utilidad como instrumento de uso diario para el clínico y el neumólogo intervencionista. Entre ellas se encuentra la posibilidad de repetir la técnica cuantas veces creamos oportuno sin perjuicio para el paciente, se puede llevar a la cabecera de la cama del paciente, visión en tiempo real de los órganos y tejidos, etc. Los equipos cada vez más portátiles harán de la ecografía un complemento indispensable, como nuestro fonendoscopio.

Este capítulo pretende dar una visión práctica de la ecografía en el contexto de una unidad de técnicas neumológicas y, por tanto, realizada por neumólogos. No queremos sustituir la labor de los radiólogos, con mayores conocimientos y más entrenados, sino poner a disposición de los neumólogos las bases para poder utilizar la ecografía como un instrumento más en nuestra labor asistencial diaria.

El neumólogo debería iniciarse en la ecografía comenzando por la patología pleural, que resulta más fácil y posteriormente ir incorporando habilidades en el diagnóstico de otras patologías y técnicas invasivas guiadas con ecografía. El estudio ecográfico de las venas profundas de miembros inferiores para el diagnóstico de trombosis venosa (TVP), es relativamente fácil y es muy útil en el algoritmo diagnóstico del tromboembolismo pulmonar (TEP)[1,2].

BASES TEÓRICAS

La ecografía es una técnica basada en la emisión de ondas acústicas de alta frecuencia, generadas por un sistema piezoeléctrico, que posteriormente son reflejadas por los distintos tejidos por las que atraviesa y finalmente procesadas, generando una imagen.

Existen dos formas de registro del sonido reflejado: modo A, que se representa como una espiga sobre la horizontal, dependiendo su altura de la penetración acústica de los distintos tejidos. El modo B recoge el ultrasonido de forma bidimensional, que es la forma de representación de la mayoría de los aparatos actuales.

Los transductores de los que disponemos actualmente nos ofrecen una imagen en tiempo real, gracias a que emiten varias veces por segundo sobre el plano

explorado, permitiendo al ojo humano captar la imagen en movimiento.

La detección del flujo mediante Doppler-color ayuda a distinguir las estructuras vasculares y también otras que estén en movimiento en la cavidad torácica. La imagen tomará el color rojo o azul dependiendo de si el movimiento se acerca o aleja del transductor.

Dependiendo del territorio que exploremos, podremos utilizar distintos tipos de transductores:

- Lineales: ofrecen una imagen en forma de rectángulo mediante la emisión de haces de ultrasonidos de forma paralela. Se utilizan sobre todo para zonas superficiales ya que la resolución baja en profundidad.
- Sectoriales: emiten de forma radiada, ofreciendo imagen en forma de abanico. Ofrecen mayor resolución en profundidad.
- Convexos: combina los dos tipos anteriores ofreciendo buena visión en profundidad y en superficie.

Dependiendo de la frecuencia con la que emita el transductor, obtendremos mayor o menor penetración. De tal manera que, los transductores de mayor frecuencia tienen menor penetración y, sin embargo, mejor resolución, por lo que se utilizan en zonas superficiales. Al contrario, los de menor frecuencia poseen mayor penetración a cambio de disminuir la resolución y por eso son utilizados en zonas más profundas. La mayoría de las sondas de ecografía disponen de un rango de frecuencias variables que puede ser modificada por el operador.

Tomando como referencia la ecogenicidad del parénquima hepático, los tejidos explorados se denominan isoecoicos cuando tienen una ecogenicidad parecida al hígado, hipoecoicos cuando es menor e hiperecoicos cuando la ecogenicidad es mayor que la hepática.

La forma de registrar los estudios también es importante. Los ecógrafos modernos disponen de impresión de imágenes en papel fotográfico e incluso digitalización de las mismas en archivos, en forma de fotograma o vídeo, que nos da una mayor información al observar los movimientos de las estructuras.

ECOGRAFÍA TRANSTORÁCICA

Utilidad de la ecografía torácica

La aplicación práctica de la ecografía del tórax tiene muchas vertientes y entrar en sus pormenores escapa de los objetivos de este capítulo. Sin embargo, debemos tenerlos en consideración para ampliar nuestra visión diagnóstica (Tabla 1).

La limitación fundamental del estudio ecográfico de la cavidad torácica es que las ondas de ultrasonido no son trasmitidas por el aire y, por tanto, en el pulmón normal no podremos distinguir ninguna estructura en su interior. El segundo inconveniente son las estructuras óseas que protegen el pulmón, costillas, esternón y escápulas, que absorben la mayoría de los ecos dejando una sombra acústica posterior que nos impide la correcta visualización de las estructuras que hay debajo de ellas. Sin embargo, los espacios intercostales nos sirven como ventana para poder ver con ecografía la patología pleuro-pulmonar. Por otra parte, la ecografía es capaz de detectar cualquier líquido o tejido que se interponga entre la superficie de la pleura visceral y la pared torácica[3]. Distingue entre derrame pleural y engrosamiento pleural. También puede detectar lesiones intrapulmonares que estén en contacto con la superficie pulmonar ya sean de carácter sólido o líquidas. La ecografía también es muy útil como guía de punciones y biopsias de lesiones sólidas visibles ecográficamente. En los últimos años se han publicado numerosos artículos con la experiencia de neumólogos en el campo de la ecografía y su uso como guía de punciones[4,5].

Material

Para el estudio del tórax, debemos disponer de un ecógrafo bidimensional y, si es posible, que disponga de Doppler. El Doppler color es muy útil para detectar estructuras vasculares.

Los transductores empleados más habitualmente se denominan multifrecuencia, porque son capaces de emitir en un rango de frecuencias variable que nosotros podemos modificar. En el tórax las frecuencias más útiles oscilan entre 3,5 MHz y 5 MHz. Los transductores convexos multifrecuencia tienen gran utilidad en el tórax, ya que alcanzan buena profundidad y nos dan una aceptable definición en estructuras más superficiales. Además permiten una correcta posición entre los espacios intercostales. En algunos casos de lesiones muy superficiales pueden emplearse transductores lineales, con frecuencias de 7-10 Mhz, que aportan mayor definición.

Técnica

Para explorar todo el tórax el paciente debe colocarse sentado, con el brazo elevado y las manos colo-

TABLA 1. Utilidad de la ecografía torácica.	
Estudio de la pared torácica	
Tumoraciones	Visualización de las características, delimitación y como guía de punciones
Fracturas costales	Pacientes con dolor localizado, en los que la radiografía no muestra hallazgos
Nódulos linfáticos	Estudio de adenopatías y guía de punciones
Pulmón	
Neumonías	Visualización de zonas de pulmón condensada
Atelectasias	Visualización del parénquima pulmonar colapsado y en ocasiones flotando sobre líquido pleural
Abscesos	Delimitación de abscesos periféricos y como guía de punciones
Enfermedad intersticial	Aumento de artefactos en "cola de cometa" líneas B
Cavidades periféricas	Guía para toma de muestras
Tumoraciones periféricas	Guía para punciones
Embolismo pulmonar	En casos de infartos pulmonares
Pleura	
Derrames	Cuantía y características del derrame
Empiemas	Loculaciones y guía para colocación de drenajes
Lesiones sólidas	Guía para punciones
Examen dinámico	Diagnóstico rápido de neumotórax
Mediastino	
Aumento de mediastino	Características del aumento: sólido-líquido
Adenopatias	Valoración de adenopatías y punciones
Derrame pericárdico	Cuantificación y valoración de taponamiento
Síndrome de vena cava superior	Valoración de colaterales
Diafragma	
Estudio de movilidad diafragmática	Diagnóstico de parálisis diafragmática.

Modificada de Beckh S, et al. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. Chest. 2002; 122: 1759-73.

cadas detrás de la nuca (Fig. 1). Con ello obtendremos una mayor apertura de los espacios intercostales, para conseguir una mejor penetración de los ultrasonidos, evitando la sombra acústica que producen las costillas. En el caso de que queramos realizar una punción guiada con ecografía, la posición del paciente debe ser la más cómoda para él y para el operador. Habitualmente se coloca al paciente en decúbito ya sea prono, supino o lateral, dependiendo de la localización de la lesión que queremos puncionar.

El estudio debe seguir una sistemática, con el objetivo de no dejar ninguna de las zonas visibles con ecografía sin explorar. Para ello, deslizamos el transductor desde la zona paraesternal hasta la paravertebral de ambos hemitórax, moviendo el transductor desde la zona ventral a dorsal a través de las líneas longitudinales de los espacios intercostales. Las estructuras cercanas a la escápula se visualizan mejor cuando el paciente realiza una máxima aducción del brazo. Para el estudio del diafragma y las bases pulmonares, se coloca el transductor en posición subcostal, con el paciente en decúbito supino (Fig. 2). Desde esta posición podremos ver higado, bazo y los senos costodiafragmáticos, donde podremos detectar pequeños derrames pleurales no visualizados en la radiografía de tórax. La visión ecográfica en tiempo real nos permite ver con la respiración del paciente los distintos órganos torácicos en movimiento, y de esta manera valorar

Figura 1. Posición del paciente para la exploración.

Figura 2. Posición para la exploración de los senos costodiafragmáticos y diafragma.

su funcionalidad, ayudándonos a detectar mejor las estructuras torácicas y su relación entre ellas.

Pared torácica normal

La pleura visceral y parietal normal no siempre pueden ser visualizadas por ecografía. Normalmente se suele ver como una fina línea de unos 2 mm de grosor hiperecogénica. Entre ellas se encuentra el espacio pleural, que no mide más de 0,3-0,5 mm en su estado normal. Con los movimientos respiratorios, las dos hojas pleurales se deslizan una sobre la otra. El signo de deslizamiento de las dos hojas pleurales nos sirve para detectar dónde se encuentra la superficie del pulmón. El parénquima pulmonar normal, al contener aire en su interior, no transmite los ecos por lo que no puede ser visualizado con claridad. Las costillas dejan una sombra acústica posterior (Fig. 3).

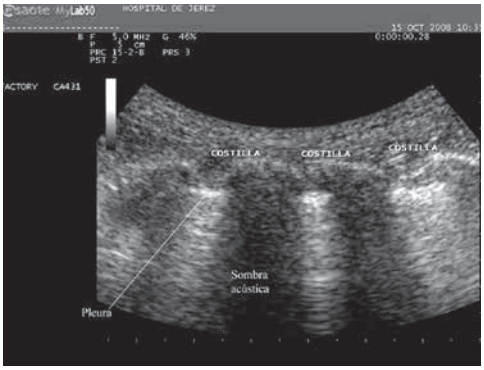

Figura 3. Visión ecográfica de la pared torácica normal con transductor convex.

Derrame pleural

El derrame pleural es la patología torácica más fácil de visualizar con ecografía y, por tanto, la que requiere menor entrenamiento. La ecografía es más sensible que la radiografía de tórax para detectar líquido pleural. Con ecografía se pueden visualizar hasta derrames de 5 ml, mientras que en la radiografía de tórax se necesitan al menos 150-200 ml. Los ecógrafos modernos pueden calcular el área del derrame pleural, estimando posteriormente el volumen de líquido[6].

El líquido en el espacio pleural se visualiza como una zona hipoecogénica, oscura, que puede tener en su interior zonas de mayor ecogenicidad, formando tractos, como corresponde al derrame pleural organizado. Pueden observarse también zonas de pulmón atelectásico (Fig. 4), e incluso burbujas de aire en su interior en los empiemas. Mediante las características ecográficas del líquido, podemos intuir que se trata de un trasudado cuando no muestra ecos en su interior, mientras que los derrames pleurales con características de exudados pueden mostrar ecos en su interior, bridas, encapsulamiento, etc.[7]. Hay que tener en cuenta que la falta de ecos en el interior no descarta que se trate de un exudado. Poder ver con el ecógrafo las características del líquido, puede ayudarnos a tomar la decisión de tener preparado un tubo de drenaje antes de realizar la toracocentesis si observamos ecos en su interior y encapsulamiento. La utilización de la ecografía nos puede ahorrar no solo tiempo, sino también técnicas como la TAC en la localización del lugar de drenaje y punción de los derrames encapsulados[1].

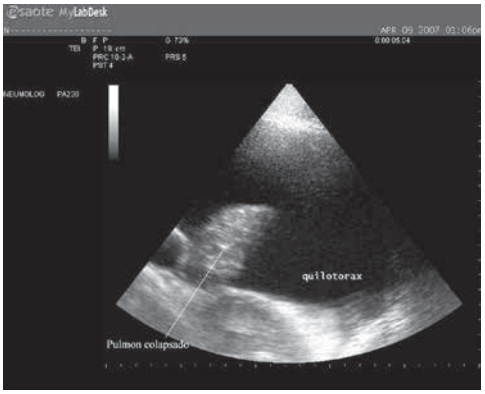

Figura 4. Derrame pleural masivo quiloso en paciente con linfoma. Se aprecia pulmón atelectasiado en forma de lengüeta flotando en derrame pleural libre.

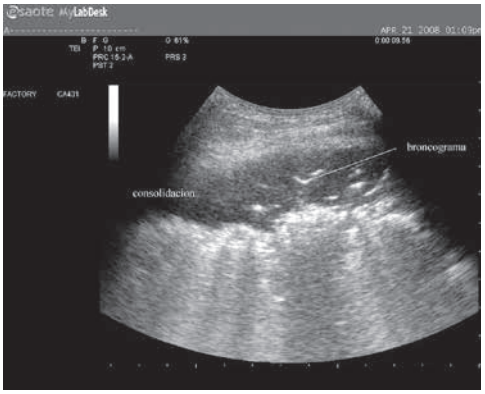

Figura 5. Consolidación pulmonar con broncograma aéreo ecográfico.

Engrosamiento pleural

La pleura puede estar engrosada por distintas causas y la consistencia del tejido puede variar desde grasa hasta calcio. Por tanto, la ecogenicidad varía según la etiología del engrosamiento, aunque lo normal es que sea hipoecogénica, de mayor ecogenicidad que el líquido. La zona de pleura engrosada se observa entre el pulmón y pared torácica. La aplicación de Doppler color nos puede ayudar a distinguirla del líquido, ya que con los movimientos respiratorios el líquido se movería y, por tanto, emitiría color. Sin embargo, el engrosamiento pleural no se mueve con los movimientos torácicos y, por lo tanto, no emite color[8].

Estudio del pulmón blanco

Otras de las utilidades de la ecografía es la valoración de la opacidad difusa de un hemitórax que podemos observar en la radiografía de tórax. Con la ecografía podemos distinguir si ese aumento de densidad difuso corresponde con líquido pleural y en qué cantidad, o por el contrario, si se trata de una atelectasia obstructiva donde lo que predomina es parénquima pulmonar condensado con algunas zonas de broncograma con ninguna o escasa cantidad de líquido pleural.

Consolidaciones pulmonares

La mayoría de las neumonías son visibles con ecografía. Se aprecian como áreas de consolidación en contacto con la pleura visceral (Fig. 5). La ecogenicidad variará dependiendo de la aireación de la zona de neumonía. Se visualizan como zonas hipoecogénicas no homogéneas. Característicamente se observan pequeñas zonas puntiformes hiperecogénicas, que se corresponden con aire atrapado en el tejido pulmonar condensado. En algunos casos se pueden observar broncograma aéreo ecográfico, como zonas hiperecogéginas en forma de ramificaciones. Hay algunos autores que ha demostrado la utilidad de la ecografía como alternativa a la radiología convencional para el diagnóstico y seguimiento de neumonías[9].

Un reciente metaanálisis tras una revisión sistemática demostró que la ecografía transtoácica tenía una sensibilidad del 94% y una especificidad del 96% para el diagnóstico de neumonías[10].

Por otra parte, la ecografía ha hecho que la punción trastorácica con aguja fina para el diagnóstico etiológico de neumonías cobre nuevo auge, ya que da seguridad al procedimiento al servir de guía durante el mismo[25].

Utilidad de la ecografía en el tromboembolismo pulmonar (TEP)

En el caso de infartos pulmonares secundarios a tromboembolismo pulmonar, se observa una zona hipoecogénica de morfología triangular, en algunos casos existe una pequeña zona hiperecogénica central que corresponde con aire atrapado en el bronquiolo (Fig. 6).

Los hallazgos de la ecografía transtorácica en el TEP puede ser de gran ayuda para orientar a su diag-

Figura 6. Imagen ecográfica de infarto pulmonar. Se aprecia zona hipoecogénica triangular de base pleural.

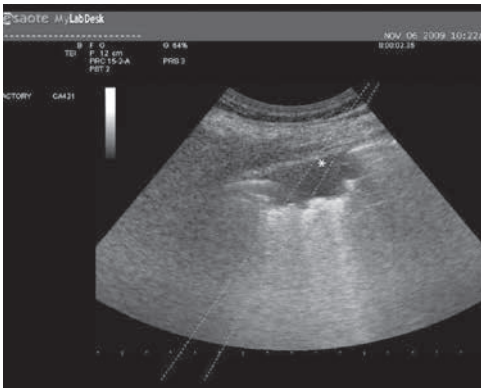

Figura 7. Nódulo pulmonar polilobulado. Se aprecia zona hipoecogénica con refuerzo posterior y líneas de guía de punción.

nostico en los servicios de urgencias, cuando no se dispone de otras técnicas diagnósticas o el paciente no puede ser trasladado en el momento agudo. En un trabajo multicéntrico realizado por Gebhard Mathis y cols.encontraron que, estableciendo determinados criterios diagnósticos ecográficos, conseguían una sensibilidad del 74% y una especificidad del 95%, con un valor predictivo positivo del 95%. Los criterios eran encontrar dos o más consolidaciones de aspecto triangular con base pleural o bien una lesión típica triangular y derrame pleural[11].

En un trabajo prospectivo realizado por Palman y cols. encuentran una alta sensibilidad de la ecografía en los pacientes con sospecha de TEP que llegan a urgencias. Para ello realizan una ecografía en diferentes órganos (eco torácica, ecocardiografía y eco de miembros inferiores) en pacientes con sospecha de TEP y con escala de Wells mayor de 4 puntos o un dímero-D positivo. Diagnosticaban de TEP con ecografía multiórgano si encontraban uno o más imágenes típicas de infarto pulmonar, o dilatación de ventrículo derecho o signos ecográficos de trombosis venosa profunda. La sensibilidad obtenida fue del 90% y la especificidad del 86,2%, teniendo como prueba de referencia la angioTAC[12].

Carcinomas pulmonares y metástasis periféricas

Habitualmente los nódulos y masas pulmonares, se observan como zonas hipoecogénicas, con ecogenicidad uniforme homogénea y sin datos de aire atrapado en el interior. Están rodeadas de pulmón normal (Fig. 7). Se observan a nivel subpleural, acompañándose en algunos casos de derrame pleural asociado. Siempre debemos tener en cuenta que las lesiones pulmonares serán visibles con ecografía si están en contacto con la pleura visceral. Cualquier cantidad de pulmón sano, que se interponga entre la lesión y la pleura, impedirá la visión de la lesión pulmonar. La ecografía tiene una alta sensibilidad para detectar si existe invasión de la pleura parietal y pared torácica. Cuando la tumoración invade la pared torácica, se aprecia una ausencia del signo del deslizamiento pleural, formando un bloque inmóvil la tumoración con el tórax a pesar de los movimientos respiratorios.

Diagnóstico de neumotórax con ecografía

En los últimos años, la ecografía ha cobrado cada vez más relevancia en el diagnóstico de neumotórax. Se han establecido una serie de criterios para su diagnóstico que han sido validados. Los principales signos ecográficos para la detección de neumotórax son la ausencia del signo de deslizamiento pleural, la desaparición de líneas B, el aumento de reverberaciones horizontales y finalmente la visión del *lung point*. El *lung point* es la visión por ecografía de la frontera entre la zona neumotórax y el pulmón normal, en la que se empieza a visualizar el signo del deslizamiento pleural[13].

Utilidad de la ecografía en el fallo respiratorio agudo

Disponer de un ecógrafo en las unidades de emergencias y UCI hace que se pueda diagnosticar una gran proporción de pacientes con fallo respiratorio agudo en pocos minutos. En los pacientes con fallo agudo, el aumento de líneas A con signo del deslizamiento pleural orienta a asma y EPOC. El aumento de forma difusa de líneas B en la pared anterior es indicativo de edema pulmonar. La presencia de trombosis venosa profunda en miembros inferiores orienta a tromboembolismo pulmonar. La falta de signos del deslizamiento, asociado aumento de líneas A y visión del *lung point* es indicativo de neumotórax. La visión de un foco de consolidación pulmonar, el aumento de líneas B sin signos de deslizamiento, hallazgos intersticiales de manera asimétrica, consolidación posterior o derrame sin aumento difuso de líneas B a nivel anterior son indicativos de neumonía. Teniendo en cuenta estos hallazgos ecográficos, se podría diagnosticar con ecografía el 90,5% de los casos de fallo respiratorio agudo[14].

Utilidad de la ecografía en la enfermedad intersticial

Basado en el aumento de artefactos en "cola de cometa" o líneas B visibles con ecografía en los pacientes con enfermedades intersticiales, algunos autores han publicado trabajos que muestran la utilidad de la ecografía como método para detectar enfermedad intersticial precoz en pacientes con enfermedad reumatológica[26].

PUNCIÓN CON CONTROL ECOGRÁFICO

La utilidad de la ecografía como guía de procesos intervencionistas en el campo de la neumología está hoy en día muy consolidada. Existen muchos trabajos publicados por neumólogos que así lo demuestran. Aparte de las ventajas que ya hemos comentado de la ecografía, uno de los aspectos que favorece su uso es poder ver las estructuras en tiempo real y su movimiento con la respiración, además de poder visualizar vasos sanguíneos.

La punción guiada con ecografía se emplea para lesiones sólidas o quísticas en la pared torácica, pleurales, pulmonares en contacto con la pleura visceral, adenopatías visibles con eco transtorácicas y lesiones mediastínicas. Pueden emplearse agujas de citología o agujas de mayor calibre para obtener pequeños cilindros de biopsia. Los pacientes con enfisema o hipertensión pulmonar tienen contraindicación relativa por mayor riesgo de complicaciones. Las complicaciones más frecuentes de la punción guiada con ecografía son el neumotórax de 1-3% y la hemoptisis 1%. La rentabilidad de la punción guiada con eco varía entre un 60% y 100%[15].

Técnica

Las punciones se suelen realizar con el paciente sentado o en decúbito, siempre buscando la mejor posición para el paciente y el explorador. Se necesita la colaboración del paciente, sobre todo para que esté tranquilo, sin movimientos bruscos y que realice periodos de apnea cuando se lo solicitemos.

El calibre de las agujas de citología oscilan entre 19-22 G, mientras que las de biopsia son de 14-18 G. La mayoría de los equipos disponen de un *software* de punción que, junto con unas guías que se acoplan al traductor, sirven para mejorar la visión de la aguja y aumentar la precisión de la técnica.

Antes de realizar la punción, se deben realizar mediciones de la lesión y de la distancia de la misma hasta la superficie de la piel. Las mediciones realizadas con nuestro ecógrafo deben coincidir con las realizadas con la TAC, que debemos tener como referencia. En el caso de lesiones grandes, pueden realizarse punciones sin visión en tiempo real, después de haber realizado las mediciones. En todo caso, posteriormente puede utilizarse el ecógrafo para redirigir la aguja. Si la lesión es de unos 3 cm o menor, es aconsejable la punción guiada con eco en tiempo real. Para ello se introduce la aguja por el borde lateral del transductor, en sentido oblicuo hacia el campo de barrido del mismo. Al introducir la aguja de citología o biopsia, lo normal es que se visualice una imagen puntiforme, hiperecogénica, en movimiento, que corresponde con la punta de la aguja. La visión de la aguja va a disminuir con la profundidad, con el aumento de la ecogenicidad de los tejidos y con transductores con menores longitudes de onda.

En el caso de punciones citológicas, es conveniente tener a un anatomopatólogo que revise las muestras en el momento de la punción. Si no hubiera material suficiente para el diagnóstico, podemos repetir la punción citológica o realizar punción con aguja de biopsia.

El material obtenido, tanto con punción citológica como con aguja histológica, puede ser empleado para realización de técnicas inmunohistoquímicas y determi-

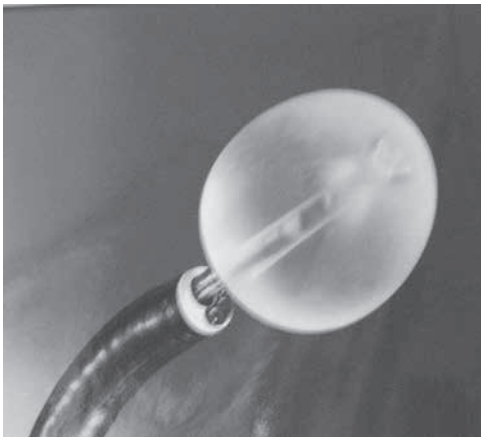

Figura 8. Ecofibrobroncoscopio radial.

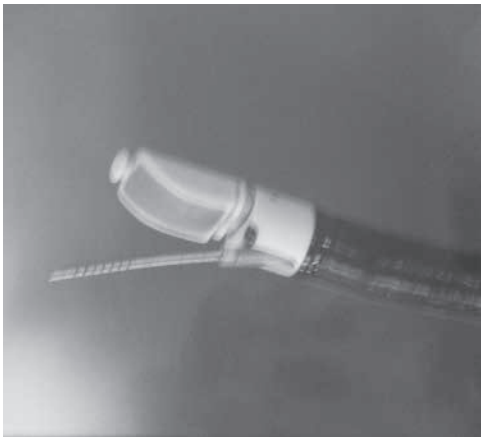

Figura 9. Ecobroncoscopio sectorial con aguja de punción.

nación de mutaciones. Es aconsejable realizar al menos tres pases de punción citológica para obtener material suficiente. Por otra parte, la realización de un botón celular puede aumentar la rentabilidad de la técnica.

ECOGRAFÍA ENDOBRONQUIAL

La ecobroncoscopia hace visibles las estructuras paratraqueales y parabronquiales incluido el mediastino. La visión en profundidad puede alcanzar los 4 cm. La visión en tiempo real hace que puedan tomarse muestras citológicas e histológicas con aguja.

La ecobroncoscopia ha tomado gran relevancia en el protocolo actual del estadiaje del cáncer de pulmón no microcítico. Dicho protocolo incluye la realización de una PET/TAC que tiene una rentabilidad para el diagnóstico de afectación mediastínica que varía entre el 62% y el 84%[17]. Esta técnica tiene frecuentes falsos positivos, por lo que es necesario comprobar histológicamente la afectación mediastínica. La ecobroncoscopia se ha posicionado como una técnica de primera elección para la toma de muestras de adenopatías mediastínicas positivas en la PET, evitando en muchos casos la realización de una mediastinoscopia[17,18].

Utilidad clínica

- Valoración de la infiltración de la pared bronquial y estructuras adyacentes.
- Guía de punciones sobre lesiones periféricas.
- Estadificación del carcinoma de pulmón no microcítico, mediante punción de adenopatías mediastínicas.
- Diferencia estructuras vasculares de no vasculares.
- Como guía para el tratamiento de tumores superficiales en terapia fotodinámica y braquiterapia.

Equipo necesario

Actualmente existen dos sistemas para la realización de ecografía endobronquial. El primero que se difundió fue la ecobroncoscopia radial, que consiste en la introducción de un fino transductor ecográfico por el canal de un broncoscopio convencional. En la punta de la sonda, un globo se rellena de agua, poniéndose en contacto toda la superficie bronquial a explorar. Da una imagen de 360º de la pared bronquial. Sus inconvenientes fundamentales son la producción de una obstrucción bronquial completa mientras se realiza la exploración. Por otra parte, no permite la realización de punción transbronquial en tiempo real. Necesita de una mayor sedación del paciente y evitar la tos. La ecobroncoscopia radial se utiliza hoy en día para localizar lesiones pulmonares periféricas, con el objetivo de realizar posteriormente biopsia[16] (Fig. 8).

Posteriormente, se han diseñado ecofibrobroncoscopios específicos, que llevan incorporado en la punta un transductor sectorial, permitiendo de esta manera la introducción por el canal de trabajo de la aguja para punción transbronquial (Fig. 9). Con ello, podemos realizar punciones y biopsias de adenopatías y tumoraciones mediastínicas en tiempo real, con visión ecográfica. La ecobroncoscopia sectorial se ha incorporado en la mayoría de los hospitales como técnica de primera elección en el estadiaje mediastínico

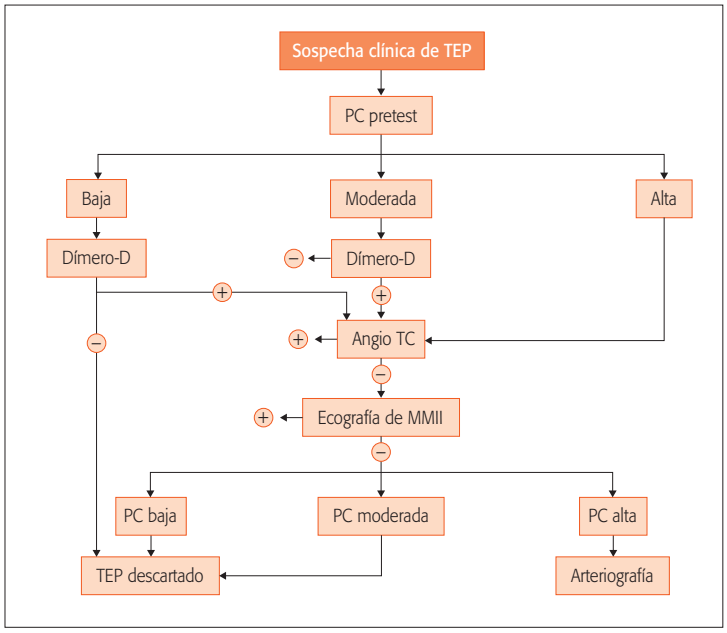

Figura 10. Algoritmo diagnóstico del TEP. *(Modificado de Uresandi F, et al.. Guía para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la tromboembolia pulmonar. Arch Bronconeumol. 2004; 40: 580-94).*

del cáncer de pulmón no microcítico, obteniendo una sensibilidad de alrededor del 85% para el diagnóstico de metástasis mediastínicas[19].

Se estima que se necesita realizar unos 50 procedimientos supervisados para conseguir una competencia básica en esta técnica[20].

ECOGRAFÍA DE MIEMBROS INFERIORES

La ecografía en modo B es la técnica de primera elección para el diagnóstico de trombosis venosa profunda de miembros inferiores. La flebografía ha quedado relegada a algunos casos con alta sospecha con ecografías negativas o cuando existe trombosis venosa previa sin poder distinguir con eco si es un nuevo evento o antiguo.

La accesibilidad de la ecografía, su bajo coste y la inocuidad para el paciente, hace que sea una técnica muy útil en las unidades de técnicas neumológicas, para el diagnóstico rápido de la trombosis y su seguimiento.

Desde hace años, se sabe que la embolia pulmonar procede en un 90% de TVP formadas en los miembros inferiores. Hoy conocemos la enfermedad tromboembólica venosa (ETV) como un proceso que incluye al tromboembolismo pulmonar(TEP) y la trombosis venosa profunda (TVP). Ambos son consecuencia de una misma enfermedad y, por tanto, necesitan procedimientos diagnósticos y tratamientos comunes. La accesibilidad de la ecografía ha hecho que esta técnica sea incorporada en los algoritmos diagnósticos del tromboembolismo pulmonar (Fig. 10)[21]. Por otra parte, la técnica ecográfica de diagnóstico de TVP de miembros inferiores es sencilla y rápida, por lo que es perfectamente asumible por neumólogos con un cierto entrenamiento.

La sensibilidad de la ecografía de miembros inferiores para el diagnóstico de TVP proximal en casos de pacientes sintomáticos es del 95%. Sin embargo la sensibilidad cae al 79% cuando los pacientes no tienen síntomas de TVP. En el territorio distal, la sensibilidad de la ecografía baja al 40%, por lo que no debe ser empleada cuando se sospecha TVP por debajo de las venas poplíteas. En estos casos, se ha demostrado eficaz mantener al paciente sin anticoagulación, realizando ecografías seriadas para descartar la progresión al territorio proximal[24].

Equipo necesario

Para el diagnóstico se necesita un ecógrafo en modo B. El Doppler color puede servir como guía pero no es imprescindible[22]. Los transductores que nos dan mejores imágenes del sistema venoso son los lineales

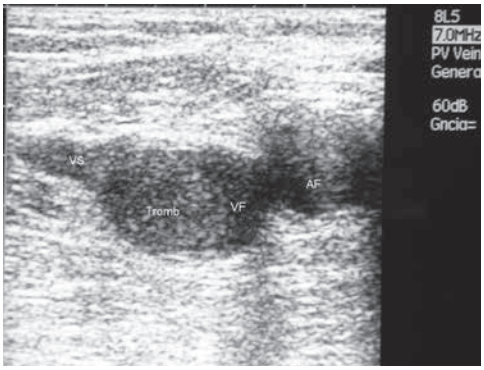

Figura 11. Trombosis de la femoral con visualización del trombo en su interior. *VF: vena femoral común; VS: vena safena; Tromb: trombo; AF: arteria femoral.*

de al menos 7 Mhz. Si solo disponemos de uno que nos sirva para tórax y miembros inferiores, debería ser convexo multifrecuencia con un rango de 3 a 6 mhz.

Técnica

Se debe explorar ambos miembros inferiores comenzando por el lado sano, para compararlo con las venas de la pierna afecta. El paciente debe colocarse en decúbito supino y ligera abducción de la pierna explorada. Se comienza explorando a nivel inguinal el cayado de la safena, donde desemboca la vena safena en la femoral común. El latido arterial nos sirve para distinguir durante todo el trayecto la posición de vena y arteria. A continuación con el transductor en posición transversal a la pierna, se va realizando presión sobre la vena intentando colapsarla en su totalidad. La arteria, al contrario que la vena, no se colapsa y podemos visualizar sus latidos durante la exploración. Se continúa el trayecto de la vena en dirección caudal, ejerciendo compresiones cada 2 cm aproximadamente. Desde el cayado de la femoral, continuamos con la femoral común, femoral superficial hasta su internalización en el canal de los aductores (Fig. 11). La zona del canal de los aductores podemos considerarla como una zona ciega, ya que con frecuencia no puede realizarse la compresión de la vena. Sin embargo, es extremadamente raro tener una trombosis aislada de la femoral superficial a nivel del canal de los aductores, sin afectación más proximal ni a nivel poplíteo.

En nuestra experiencia, las venas poplíteas se exploran con mayor facilidad con el paciente sentado en el borde de una camilla y los pies apoyados sobre un taburete. Esta posición favorece el mayor relleno venoso, facilitando la localización de la vena a nivel poplíteo. Una vez visualizada la vena poplítea ejercemos compresiones sobre la vena para intentar colapsarla.

El signo ecográfico más sensible y específico para el diagnóstico de TVP de miembros inferiores es la falta de compresibilidad de la vena explorada (sensibilidad 91% y especificidad 99%). La visualización de ecos en el interior de la vena ,el aumento del diámetro de la misma y la falta de flujo son signos indirectos y tienen menor sensibilidad y especificidad[23].

Además de servirnos para el diagnóstico de TVP, la ecografía de miembros inferiores puede diagnosticar otras patologías que cursan con similares síntomas. Entre estas se encuentra el quiste de Backer, linfedemas, hematomas, etc.

ECOGRAFÍA DEL MEDIASTINO

En el mediastino anterosuperior pueden asentar tumores que contacten con la pared anterior del tórax. Entre ellos se encuentran las adenopatías y tumores linfáticos, timomas y tumores germinales. La visión del mediastino con ecografía requiere un buen conocimiento de su anatomía. Se ha demostrado que la ecografía es segura para guiar punciones, tanto citológicas como histológicas, de tumores en esta localización[27] (Fig. 12).

ECOGRAFÍA EN OTROS CAMPOS DE LA NEUMOLOGÍA

Existen otras utilidades de la ecografía que pueden servir al neumólogo en su actividad diaria, algunas de ellas en fase de investigación. Entre ellas se encuentran la valoración de la hipertensión pulmonar, el estudio dinámico de la movilidad diafragmática, valoración de afectación intersticial con ecografía, uso de la ecografía con contraste en el tórax que pueden consultarse en manuales específicos y escapan el propósito de este capítulo[28].

BIBLIOGRAFÍA

1. Hidalgo Ramírez M, Cases Viedma E, Sanchis Aldás JL. Utilidad de la ecografía torácica en una unidad de técnicas respiratorias. Arch Bronconeumol. 2003; 39: 253-5.
2. Areas Gordillo M, Otero Candelera R, Cayuela Domínguez A, et al. La ecografía venosa compresiva de miembros inferiores: una herramienta diagnóstica en manos

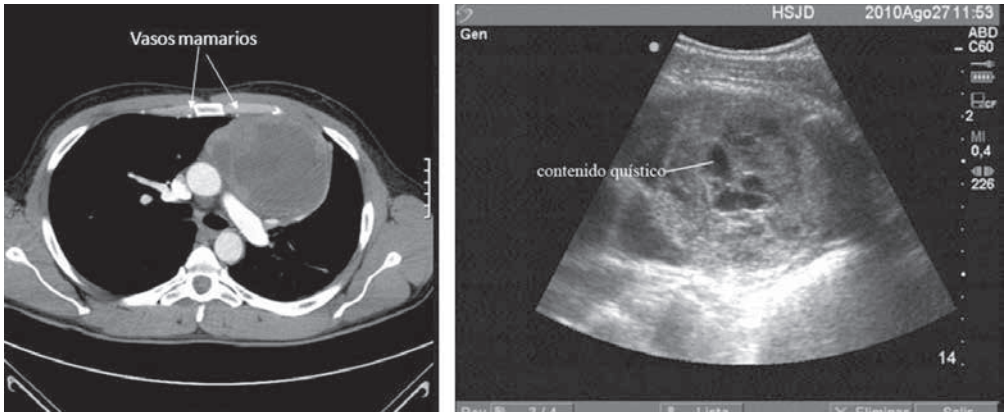

Figura 12. Masa mediastínica anterior en paciente joven de 38 años. El diagnóstico se consiguió con punción histológica guiada con eco. Tumor germinal.

de neumólogos. Arch Bronconeumol. 2002; 38: 177-80.

3. Mathis G, Lessnau KD. Atlas of chest sonography. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2003.
4. Diacon AH, Theron J. Transthoracic ultrasound for the pulmonologist. Curr Opin Pulm Med. 2005; 11: 307-12.
5. Lyn-Kew KE, Bedside MD. Ultrasound for the interventional pulmonologist. Clin Chest Med. 2013; 34: 473-85
6. Beckh S, Bolcskei PL, Lessnau KD. Real-time chest ultrasonography: a comprehensive review for the pulmonologist. Chest. 2002; 122: 1759-73.
7. Yang PC, Luh KT, Chang DB, et al. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases. AJR Am J Roentgenol. 1992; 159: 29-33.
8. Wu RG, Yuan A, Liaw YS, et al. Image comparison of real-time gray-scale ultrasound and color Doppler ultrasoud for use in diagnosis of minimal pleural effusion. Am J Respir Crit Care Med. 1994; 150: 510-4.
9. Reissig A, Copetti R, Mathis G, et al. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: A prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. Chest. 2012; 142: 965-72
10. Chavez MA, Shams N, Ellington LE, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis Respir Res. 2014; 15: 50.
11. Mathis G, Blank W, Angelika Reissig A, et al. Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism. A prospective multicenter study of 352 patients. Chest. 2005; 128: 1531-8.
12. Nazerian P, Vanni S, Volpicelli G, et al. Accuracy of point-of-care multiorgan ultrasonography the diagnosis of pulmonary embolism. Chest. 2014; 145: 950-7.
13. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med. 2012; 38: 577-91.
14. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. Chest. 2008; 134: 117-25.
15. Beckh S, Bölcskei PL, Lessnau KD. Real-time chest ultrasonography. A comprehensive review for the pulmonologist. Chest. 2002; 122:1759-73.
16. Steinfort DP, Khor YH, Manser RL, Irving LB. Radial probe endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral lung cancer: systematic review and meta-analysis. Eur Resp J. 2011; 37: 902-10.
17. Hwangbo B, Kim SK, Lee HS, et al. Application of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration following integrated PET/CT in mediastinal staging of potentially operable non–small cell lung cancer. Chest. 2009; 135: 1280-7.
18. Yasufuku K, Pierre A, Darling G, et al. A prospective controlled trial of endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration compared with mediastinoscopy for mediastinal lymph node staging of lung cancer. J Thorac Cardiovasc Surg. 2011; 142: 1393-400.
19. Annema JT, van Meerbeeck JP, Rintoul RC, et al. Mediastinoscopy vs endosonography for mediastinal nodal staging of lung cancer: a randomized trial. JAMA. 2010; 304: 2245-52.
20. Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D. Interventional pulmonary procedures. Chest . 2003; 123: 1693-717.
21. Uresandi F, Blanquer J, Conget F, et al. Guía para el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la tromboembolia pulmonar. Arch Bronconeumol. 2004; 40: 580-94.
22. Lensing AW, Büller HR. Objetive test for the diagnosis of venous thrombosis. En: Hull R, Pineo GF, eds. Disorders of thrombosis. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p. 239-59.

23. Lensing AW, Prandoni P, Brandjes D, et al. Detection of deep-vein thrombosis by real-time B-mode ultrasonography. N Eng J Med. 1989; 320: 342-5.
24. Cogo A, Lensing AW, Koopman MM, et al. Compression ultrasonography for diagnostic management of patients with clinically suspected deep vein thrombosis:prospective cohort study. BMJ 1998; 316: 17-20.
25. Wrightson JM, Crook DW, Rahman NM, et al. S42 Safety and acceptability of bedside ultrasound-guided transthoracic lung needle aspiration (tlna) in pneumonia. Thorax. 2014; 69: A24.
26. Aghdashi M, Broofeh B, Mohammadi A. Diagnostic performances of high resolution trans-thoracic lung ultrasonography in pulmonary alveoli-interstitial involvement of rheumatoid lung disease. Int J Clin Exp Med. 2013; 6: 562-6.
27. Koegelenberg CF, Diacon AH, Irusen EM, et al. The diagnostic yield and safety of ultrasound-assisted transthoracic biopsy of mediastinal masses. Respiration. 2011; 81: 134-41.
28. Mathis G. Chest sonography. Third Edition. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2011.