



## TÍTULO

# ECOGRAFÍA TORÁCICA FUNDAMENTOS Y UTILIDAD PRÁCTICA EN LA CONSULTA DE URGENCIAS HOSPITALARIA

## AUTOR

**José Luis Palma Aguilar**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2019**

Tutor	Antonio Márquez Fernández
Curso	<i>Máster Universitario en Ecografía Clínica (2018/19)</i>
©	José Luis Palma Aguilar
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2019



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

# MÓDULO 6. PROYECTO FIN DE MÁSTER

## TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Modalidad:** REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### TÍTULO DEL TRABAJO:

ECOGRAFÍA TORÁCICA: FUNDAMENTOS Y  
UTILIDAD PRÁCTICA EN LA CONSULTA DE  
URGENCIAS HOSPITALARIA

### ALUMNO:

JOSÉ LUIS PALMA AGUILAR

Máster en Ecografía Clínica.

Curso: 2018/2019



## Resumen-Abstract

Los síntomas torácicos agudos son una causa frecuente de consulta en los servicios de urgencias con un amplio abanico de diagnósticos diferenciales que abarca desde procesos leves hasta aquellos que amenazan la vida, tanto de origen traumático como no traumático.

La ecografía clínica permite al médico de urgencias realizar una evaluación rápida del paciente con fallo respiratorio. En unos 5 – 10 minutos podrá comprobar si el paciente diseico muestra un patrón de aireación normal, un neumotórax, un patrón intersticial, una condensación o un derrame pleural.

La ecografía permite, así mismo, una evaluación inicial del paciente politraumatizado grave descartando la presencia de líquido libre, abdominal o pleural, derrame pericárdico o neumotórax.

La precisión diagnóstica es superior a la de la radiografía torácica, el procedimiento puede ser repetido cuantas veces se precise y permite monitorizar la evolución del paciente, aplicar el tratameinto más adecuado y comprobar la respuesta al mismo.

Permite diferenciar el fallo cardiaco y el edema pulmonar cardiogénico de otras causas de disnea, no cardiogénicas, con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 92%. La sensibilidad para el diagnóstico de neumonía es del 80 - 94% con una especificidad del 96%. La sensibilidad para neumotórax es del 91% con una especificidad del 98%.

A pesar de estas ventajas, no es una técnica empleada de forma habitual en los servicios de urgencias.

## Introducción

La ecografía realizada por el propio clínico, en el lugar de atención al paciente, (point of care ultrasound, POCUS), ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad en la práctica médica cotidiana con una creciente proyección en todos los escenarios de la medicina asistencial.

El interés por esta técnica de exploración ha crecido de forma exponencial como demuestra la proliferación de artículos científicos que pasó de 8 en 1990 hasta 754 en 2016. Hasta 2001 la mayoría de los artículos se referían a la aplicación en pacientes que consultan por traumatismos. A partir de 2004, lideran el ranking los artículos referidos a POCUS torácica, cardiovascular y como guía para realizar procedimientos invasivos (1).

Se trata, para algunos autores, de una innovación disruptiva, que establece una metodología de estudio nueva pues la técnica de imagen se realiza en el en el punto de atención al paciente, por el propio clínico, y empleando equipos sencillos y asequibles a un número mayor de profesionales (2).

En efecto, el desarrollo de equipos portátiles, más versátiles y económicos y con buena resolución y calidad en las imágenes, así como la formación en ecografía de los médicos clínicos han contribuido a que la exploración pueda ser realizada no ya “a pie de cama”, sino en cualquier lugar en el que se produzca la atención, por muy alejado que esté del centro asistencial (3).

La anamnesis y la exploración física constituyen la primera aproximación a la patología del paciente, imprescindible, pero, en muchos casos, insuficientes para hacernos sospechar los mecanismos fisiopatológicos que subyacen en un determinado cuadro clínico. La exploración puede pasar por alto hallazgos que pueden ser relevantes. Por ejemplo: la exploración física es escasamente confiable en la sospecha de neumonía, trombosis venosa profunda, aneurisma de aorta abdominal e infección cutánea complicada. Por contra, los meta-análisis que examinan la fiabilidad de POCUS para establecer la sospecha de estos mismos procesos muestran resultados robustos con sensibilidad y especificidad del 88 y 86% para neumonía, del 95 y 96% para trombosis venosa profunda, del 99 y 98% para aneurisma de aorta abdominal y del 97 y 83% para infección cutánea complicada (4).

A la clásica secuencia de la exploración física: inspección, palpación, percusión y auscultación, se ha añadido un quinto pilar: la insonación.

Así entendida, la ecografía clínica aumenta la sensibilidad de la exploración física, permite realizar diagnósticos en el mismo acto médico, acorta los tiempos de diagnóstico y resolución de los procesos, aumenta la precisión diagnóstica y mejora los resultados (5).

A día de hoy podemos afirmar que estamos ante el fonendoscopio del siglo XXI (6).

La ecografía clínica es cada vez más usada en el manejo del paciente gravemente enfermo, tanto en sala de emergencias como en UCI, unidades de críticos o salas de despertar (7, 8). Es significativo que, desde 2004, la mayoría de los artículos sobre POCUS aparecen en revistas de medicina intensiva o de urgencias y emergencias (1).

En 2001 el Colegio Americano de Medicina de Emergencias (ACEP) publicó la primera guía de práctica clínica con siete competencias para el manejo de POCUS en medicina de urgencias: trauma, embarazo, abdominal, aórtica, cardíaca, biliar, urinaria y procedimental. La versión de 2009 incluyó la ecografía torácica, trombosis venosa profunda, ocular y musculoesquelética y de tejidos blandos (9).

Actualmente es una disciplina del curriculum de formación de los médicos de urgencias en los Estados Unidos y se usa ampliamente por los equipos de urgencias y emergencias en Europa (8).

Las asociaciones canadienses de médicos de urgencias reconocen más de 20 indicaciones para el uso de POCUS en la medicina de urgencias y emergencias (10)

Sin embargo, a día de hoy, no es una técnica no implantada de rutina en muchos servicios y permanece en debate si todos los médicos de un servicio determinado deben manejarla o debería quedar reducida a un grupo de consultores (11).

Los síntomas torácicos agudos son una causa frecuente de consulta en los servicios de urgencias con un amplio abanico de diagnósticos diferenciales. Aunque la historia y la exploración clínica junto con las determinaciones de laboratorio son herramientas útiles en el diagnóstico, en muchos casos es preciso realizar pruebas de imagen que confirmen el mismo. La radiografía de tórax tiene limitaciones diagnósticas, sobre todo si se realiza en supino. La tomografía computarizada resuelve estas limitaciones pero es una técnica costosa que somete a grandes dosis de irradiación al paciente y que obliga a su traslado hasta la sala de rayos (12).

La ecografía pulmonar se ha desarrollado a partir de los años 90 gracias a los trabajos del intensivista francés Daniel Lichtenstein. Este autor apuntó, por primera vez en 1983, la posibilidad de emplear los artefactos que provocan los ultrasonidos al incidir sobre un órgano aireado como es el pulmón, rodeado de un armazón óseo y con una membrana externa en constante movimiento, para definir la sono-atomía normal y los patrones ecográficos que, correlacionados con la clínica, permitieran el diagnóstico de diferentes procesos (13).

La ecografía torácica permite al médico de urgencias evaluar de forma rápida al paciente con fallo respiratorio mediante la correlación de la clínica con los diferentes patrones ecográficos (neumotórax, síndrome intersticial, condensación pulmonar o derrame pleural) (14).

Permite monitorizar el tratamiento aplicado y la evolución del paciente (9)

Es, así mismo, un importante instrumento para la evaluación inicial del paciente con trauma torácico (15).

Una reciente revisión sistemática con metaanálisis, realizada por Staub y colaboradores, concluye que la ecografía pulmonar es una herramienta precisa para el diagnóstico urgente de neumonía, fallo cardíaco agudo y exacerbación de EPOC/asma (16).

Por último, se ha convertido en una herramienta imprescindible para guiar técnicas como la toracocentesis, la colocación de drenajes pleurales o la punción con aguja para obtención de biopsias (17).

El presente trabajo es una puesta al día en el manejo de la ecografía clínica en el área de urgencias, con especial énfasis en el enfoque diagnóstico inicial del paciente, traumatológico o no, tanto en la sala de emergencias como en la consulta de urgencias.

## Objetivo

El objetivo es realizar una revisión amplia de la bibliografía que avale el uso racional y efectivo de la ecografía clínica para el manejo inicial de la patología torácica urgente, tanto traumática como no traumática en las consultas de urgencias.

La utilización de la ecografía clínica como guía de técnicas invasivas, habitualmente realizadas en sala de observación o áreas de críticos, escapa del objetivo de esta revisión.

## Material y Métodos

Se realiza una búsqueda bibliográfica empleando como herramienta de búsqueda la Biblioteca Virtual del Sistema Sanitario Público de Andalucía (BVSSPA) que habilita acceso on line a los principales editores y revistas científicas.

Los bases de datos consultadas fueron: UpToDate, Embase y Medline.

Palabras clave:

Búsqueda inicial: lung (pulmonary) ultrasound, lung artifacts, emergency department (ward).

Búsquedas secundarias: dyspnea, interstitial disease, pneumonia, pneumothorax, pleural effusion, ultrasound lung pocket.

## Resultados

He agrupado el resultado de la búsqueda siguiendo la arquitectura y la distribución de apartados adoptados por la mayoría de los autores:

Un bloque general que incluye equipamiento, técnica de exploración, sono-anatomía, artefactos pulmonares y patrones ecográficos.

Un segundo bloque centrado en la aplicación práctica en urgencias y emergencias: traumatismo torácico y manejo de la disnea

## Equipamiento

El ecógrafo debe ser ligero, compacto, fácil de transportar y robusto, permitiendo múltiples exámenes en cualquier lugar del área de urgencias. Debe contar con una pantalla de alta resolución y con la posibilidad de almacenar las imágenes tanto en papel como en soporte digital (18). El modo M y el Doppler color son dos elementos que pueden ayudar en algunos pacientes (19). Por el contra, los filtros como el doble armónico anulan los artefactos y el ruido y deben ser apagados (20) por lo que pueden ser útiles los equipos más antiguos (21).

Tanto el equipo como las sondas deben poderse someter a procedimientos de descontaminación (18).

Los equipos de bolsillo han demostrado una excelente portabilidad, buena resolución de imágenes, con posibilidad de almacenamiento, a un precio asequible (22).

Platz y cols no encuentran diferencias en la detección de líneas B, en pacientes diagnosticados de edema pulmonar, cuando realizan el estudio con un ecógrafo de bolsillo (23).

Es recomendable contar con, al menos, dos tipos de sondas: una sonda convex y una sonda lineal.

La sonda convex, de 3,5 – 5 MHz, es adecuada para la exploración de la patología pulmonar.

Para la evaluación de la pared torácica y de la patología pleural es preferible la sonda lineal de alta frecuencia de 7 - 10 MHz.

La sonda microconvex de baja frecuencia y la sonda sectorial, empleada para ecocardiografía, permiten la mejor introducción entre los espacios intercostales y pueden ser una buena opción, si están disponibles (14, 24).

La figura 1 muestra el equipo habitualmente disponible en el área de urgencias de nuestro centro.



Figura 1. Equipo SonoSite M-Turbo, FujiFilm, con transductor líneal de 6 - 13 MHz y convex de 2 - 5 MHz.

## Técnica de exploración

La posición del paciente y la sistemática de exploración dependerán de su estado clínico y de la sospecha diagnóstica.

En los pacientes más graves la exploración se realizará en supino o con una inclinación de 45° (17).

Si el estado clínico lo permite y el paciente puede permanecer sentado, el estudio puede realizarse en todo el tórax, desplazando el transductor desde arriba hasta abajo. Deben realizarse cortes longitudinales con la marca del transductor hacia arriba y cortes transversales, en los espacios intercostales, con la marca del transductor hacia la derecha del paciente.

El examen puede ser exhaustivo, valorando uno a uno cada espacio intercostal o simplificado, escaneando por áreas.

La máxima eficacia se obtiene cuando el estudio se hace dirigido para resolver una duda concreta (24).

También es preferible que el paciente esté sentado si sospechamos derrame pleural.

Si sospechamos neumotórax el paciente estará en decúbito.

La exploración debe estar sistematizada, si bien encontramos en la literatura diferentes protocolos de exploración adaptados a la sospecha diagnóstica y al estado del paciente, no hay estudios que comparen la superioridad de unos protocolos sobre otros (7).

El protocolo BLUE (Beside Lung Ultrasound in emergency), descrito por Lichtenstein y colaboradores, es un método rápido para el diagnóstico del fallo respiratorio agudo. El estudio se realiza con el paciente en decúbito o semi-incorporado, en UCI o sala de críticos, utilizando una sonda microconvex de 5 MHz y un equipo sencillo sin color.

El transductor se coloca en tres puntos estandarizados de la pared del tórax: superior, inferior y posterolateral. El punto superior permite evaluar la presencia de neumotórax. Los puntos superior e inferior nos permiten detectar la presencia de neumotórax en el paciente en supino así como de edema pulmonar. El punto posterolateral permite la detección de neumonía y de derrame pleural. El estudio no toma más de 5 minutos (25).

El reciente documento de recomendaciones basadas en la evidencia preconiza un modelo de escaneo para el paciente que consulta por disnea que delimita 8 áreas de exploración, cuatro en cada hemitórax: dos anteriores, superior e inferior y dos laterales, superior e inferior respectivamente, con el paciente semiincorporado. También avala el escaneo rápido de dos regiones anteriores puede ser suficiente para detectar edema de pulmón cardiogénico. En un paciente no severamente disneico, este estudio abreviado puede no ser suficiente (14).

Se han propuesto modelos de escaneo más exhaustivo para la valoración del grado de congestión pulmonar (25, 26).

En los pacientes crónicos, con menos presión con respecto al tiempo de exploración, pero con cuadros más abigarrados, la técnica de escaneo debería ser completa incluyendo tanto la cara anterior como lateral y dorsal del tórax.

En el plano anterior y lateral se exploran los espacios intercostales entre el segundo y el cuarto (hasta el quinto en el lado derecho) en las líneas: paraesternal, medioclavicular, axilar anterior y axilar posterior.

En el plano dorsal se exploran de arriba hasta abajo todos los espacios intercostales en las líneas: paravertebral, escapular y axilar posterior.

Este examen exhaustivo permite cuantificar la extensión de los hallazgos y si su distribución es, o no, homogénea, así como monitorizar la eficacia de un determinado tratamiento.

La sospecha de fibrosis pulmonar obliga a estudiar la cara posterior ya que la enfermedad comienza generalmente en estas regiones.

Es obligatorio explorar el ángulo costofrénico en ambos hemitórax para comprobar la ausencia de derrame pleural (21).

En cada área estudiada el transductor debe sostenerse quieto durante unos segundos, evitando movimientos innecesarios.

También debe permanecer perpendicular a la pared torácica ya que una excesiva inclinación orienta el haz de ultrasonidos fuera del plano del pulmón dando lugar a imágenes imposibles de interpretar (20).

La profundidad del estudio debe adecuarse a las características anatómicas del paciente y a la sospecha diagnóstica.

En pacientes obesos será preciso aumentar la profundidad mientras que en pacientes delgados la disminuiríamos.

Si sospechamos neumotórax disminuiríamos la profundidad para poner el foco en la línea pleural.

Para detectar la presencia de derrame pleural, la profundidad debe ser mayor para ver mejor los ángulos costofrénicos.

Las limitaciones de la ecografía pulmonar dependen fundamentalmente del paciente.

Los pacientes obesos pueden ser difíciles de estudiar debido al grosor de la caja torácica y de los tejidos blandos.

La presencia de enfisema subcutáneo o de alteraciones anatómicas importantes de la caja torácica también dificultan o impiden el estudio.

La ecografía pulmonar no puede estudiar anomalías que no contacten con la pleura. Ya que la presencia de pulmón aireado alrededor de la lesión impedirá la llegada del haz de ultrasonido.

La exploración completa puede realizarse entre 5 – 10 minutos (20).

## **Sono-anatomía**

Durante años se consideró que el pulmón era un órgano no susceptible de ser estudiado con ecografía. Solo recientemente se ha constatado que la ecografía pulmonar es muy sensible a las variaciones en el balance entre aire y fluidos actuando a modo de un auténtico densitómetro pulmonar (27).

En la imagen ecográfica, los elementos más próximos al transductor corresponden a las estructuras anatómicas de la pared torácica: piel y tejido subcutáneo, músculos, visibles como estructuras hipocóicas con líneas hiperecogénicas paralelas al eje mayor y por último las costillas, como imágenes hiperecóicas que ocasionan una sombra acústica que impide ver las estructuras subyacentes.

A pesar de la presencia de las costillas, se estima que más del 70% de la superficie pleural es accesible al estudio por ultrasonidos. Además, el ángulo de visión aumenta cuando colocamos el transductor en posición oblicua a lo largo del espacio intercostal. Con el transductor en posición vertical, con la marca hacia arriba, veremos los arcos costales y la sombra acústica que ocasionan por debajo.

Entre dos arcos costales, a medio centímetro por debajo de los mismos en los adultos, vemos la línea pleural y el pulmón aireado, de aspecto moteado, por debajo de ella.

Esta imagen, conocida como “signo del murciélago”, es el punto de referencia para iniciar el estudio (13, 18, 28). Figura 2.



Figura 2. Signo del murciélago.

En un pulmón normalmente aireado, la única estructura detectable es la pleura, siendo indistinguibles la pleura visceral y la parietal. Esta aparece como una línea hiperecoica horizontal que se mueve de forma sincrónica con la respiración. Este movimiento horizontal, tenue, homogéneo y centelleante, se denomina “lung sliding”. La presencia de “lung sliding” implica que pleura visceral y parietal están aplicadas una sobre otra y se deslizan con la respiración.

Para que sea visible de forma correcta, el transductor debe estar perpendicular y no tangencial a la superficie pleural (18,21).

La figura 3 (también disponible en vídeo) muestra la línea pleural con lung sliding.



Figura 3 (ver video). Línea pleural con lung sliding.

En modo M la pared torácica aparecerá como una sucesión de líneas horizontales y la línea pleural como una línea más refringente.

Por debajo de la línea pleural desaparece el patrón lineal para obtener una imagen granular, ocasionada por el movimiento del pulmón sobre la pared torácica. Esta imagen se denomina “signo de la orilla de la playa” (13, 28). Figura 4.

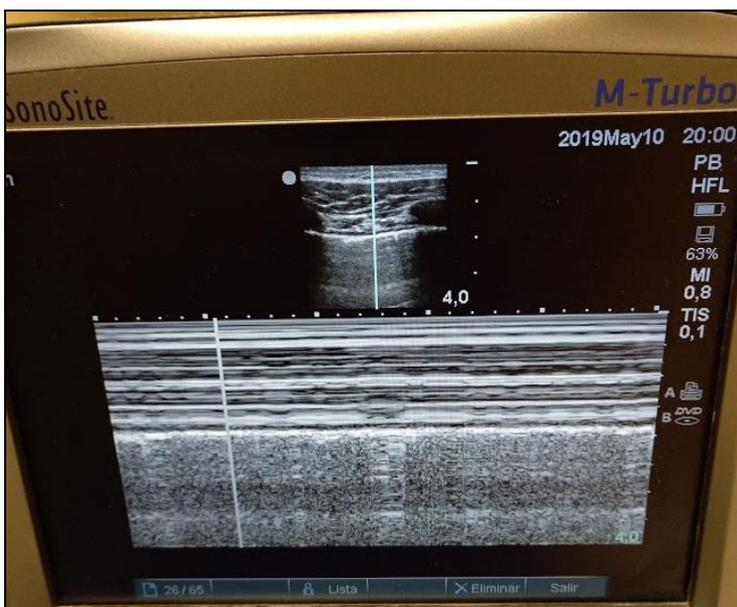


Figura 4. Signo de la orilla de la playa.

El espacio comprendido entre la línea pleural y el final de la pantalla aparece como una zona de aspecto granular, denominado “Espacio de Merlin” por algunos autores (28).

El diafragma es visible en los planos inferiores con la sonda de baja frecuencia. Aparece como una imagen hiperecogénica, que se desplaza con los movimientos respiratorios, caudal a los órganos abdominales: hígado a la derecha y bazo a la izquierda. Con la inspiración es visible la expansión del pulmón dentro del seno costodiafragmático dando lugar al “signo de la cortina”. Este signo permite diferenciar el pulmón correctamente aireado de la presencia de derrame o condensaciones en el seno costodiafragmático (20). Figura 5.



Figura 5. Signo de la cortina

En resumen, una ecografía pulmonar normal se caracteriza por:

- \* La presencia de lung sliding
- \* La demostración de la apariencia típica del aire como un granulado o una niebla, en el campo sonográfico pulmonar
- \* La presencia del signo de la cortina normal en las bases pulmonares.

### Artefactos pulmonares

La pleura actúa a modo de espejo impidiendo la visualización directa del pulmón y ocasionando imágenes que no se corresponden a estructuras anatómicas, denominadas artefactos.

La reflexión del haz de ultrasonidos contra la pleura ocasiona un fenómeno de reverberación que puede dar lugar a líneas horizontales, que se repiten a la misma distancia entre el transductor y la línea pleural, denominadas “líneas A”. Las líneas A denotan la presencia de gas por debajo de la pleura parietal aunque no son un signo específico pues aparecen tanto en pulmones sanos como en el neumotórax (29).

Aquellos procesos que ocasionan un aumento de aire en los espacios alveolares como el enfisema o el atrapamiento aéreo, no generan artefactos y no pueden ser estudiados con ultrasonidos.

Cuando se produce un desbalance entre la cantidad de aire y de líquidos en el pulmón, la pleura deja de comportarse como un espejo y permite la visualización de la anatomía del pulmón subyacente.

Si el aire alveolar desaparece por completo y es sustituido por fluidos o células, la impedancia acústica del pulmón se parece a la de los tejidos blandos permitiendo la propagación del haz de ultrasonidos y generando una imagen real del órgano: “signo tisular”. Cuando se produce un descenso ligero en el aire alveolar con un aumento discreto en el líquido extravascular se provoca un engrosamiento de los espacios interlobulares que no es suficiente para provocar condensación. Por ello, no veremos una imagen real del pulmón pero tampoco aparecerá el efecto espejo (27).

En estas circunstancias, cuando el haz de ultrasonidos alcanza el espacio subpleural en el que los septos están engrosados, se produce un fenómeno de infinitas reflexiones que ocasionan, en la pantalla del monitor, múltiples líneas horizontales cortas, separadas 1 mm más o menos y cuya apariencia, al ojo del observador, es la de bandas verticales, a modo de rayo láser. Estos artefactos fueron descritos por primera vez por Lichtenstein en 1977 como artefactos en cola de cometa (“comet-tail artifacts”), como un signo diagnóstico de edema pulmonar (30).

Pero este artefacto puede estar ocasionado tanto por la deflación del pulmón como por incremento en la densidad del intersticio causada por fluidos, células o tejido conectivo (27).

En la superficie pulmonar, la distancia entre dos septos es de unos 7 mm. Esta distancia correlaciona perfectamente con la encontrada entre dos artefactos en cola de cometa (30).

Hasta el documento de recomendaciones, publicado en 2012 (14), la nomenclatura ha sido dispersa y, además del término “comet-tail artifacts”, podemos encontrarlos referidos como “B-lines” o Ring-down artifacts (20).

El documento de recomendaciones basadas en la evidencia (14) propone la denominación de “líneas B” para definir a los artefactos que cumplen las siguientes características:

- \* Artefacto hiperecoico, visible al ojo como un rayo láser, de disposición vertical.
- \* Parten de la línea pleural
- \* Llegan hasta el final de la pantalla sin atenuarse
- \* Borran las líneas A
- \* Se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pleural.

El número, difusión e intensidad de las líneas B correlaciona tanto con la imagen radiológica como con la estimación, mediante procedimientos invasivos, del agua pulmonar extravascular en los pacientes con congestión pulmonar (31, 32).

Pueden detectarse líneas B en personas sanas, sin significado patológico, hasta en el 37% de los ancianos y en el 10% de los jóvenes (29).

Serán líneas B aisladas, objetivando menos de tres líneas B en cada campo, con la imagen congelada (18), que se localizan principalmente en las bases pulmonares. Son finas, no permanentes y cambian con la postura (20).

Otros artefactos (20):

Líneas I: son artefactos por reverberación. Aparecen como líneas verticales que parten de la línea pleural y se atenúan sin llegar al final de la pantalla. Son más fácilmente visibles con el transductor lineal. Pueden aparecer en pulmones normales.

Líneas Z: son artefactos por reverberación que se originan entre la pleura parietal y la fascia endotorácica. Debido a su origen extrapleural son artefactos estáticos y no deben ser confundidos con las líneas B. No tienen significación clínica alguna.

Líneas E: son artefactos verticales, similares a las líneas B pero, que a diferencia de éstas no parten de la línea pleural sino de la pared torácica. Indican la presencia de enfisema subcutáneo (29).

### **Patrones ecográficos básicos**

El análisis de la combinación entre artefactos estáticos y dinámicos con las imágenes reales, permite el diagnóstico preciso de muchos trastornos pulmonares, sobre todo en el área de urgencias y las emergencias.

La interpretación de las imágenes de ecografía pulmonar no es, generalmente, complicada. Es una técnica más lastrada por la falta de especificidad que por la falta de sensibilidad. Una misma imagen o patrón ecográfico puede responder a diferentes cuadros clínicos y será la integración de las imágenes en el contexto lo que hará aumentar significativamente la sensibilidad (21).

### **Neumotórax:**

La presencia de aire en la cavidad pleural provoca una serie de cambios en los artefactos dinámicos observados en la ecografía pulmonar (13):

\* El deslizamiento pulmonar (lung sliding) está siempre abolido.

Este efecto se percibe mejor con el transductor de alta frecuencia.

En modo M, la imagen normal, "signo de la orilla de la playa", será sustituida por una secuencia de líneas horizontales que llegan hasta el final de la pantalla del monitor denominadas "signo de la estratosfera" o "signo del código de barras".

\* El pulso pulmonar está abolido ya que la interposición de aire entre las dos capas pleurales impide la detección de la impronta ocasionada por el latido cardiaco.

\* No es posible visualizar líneas B ya que este artefacto precisa la presencia de una interfase acústica entre el aire y los tejidos, presente sólo cuando pleura visceral y parietal contactan entre sí. Es posible visualizar líneas A.

\* La presencia del "punto pulmonar" es un signo específico del neumotórax. Cuando escaneamos el punto en el que las dos hojas pleurales vuelven a contactar veremos la aparición de lung sliding cuando ambas hojas pleurales se unen en inspiración y cómo desaparece en espiración al volverse a separar. Si hay líneas B, estas aparecerán en espiración y desaparecerán en inspiración. El modo M detectará el paso del patrón lineal subpleural ("signo del código de barras" o "de la estratosfera") en inspiración, al patrón granular subpleural ("signo de la orilla de la playa") en espiración.

La detección del punto pulmón permite delimitar el límite del neumotórax y estimar, aunque no cuantificar, su volumen (21).

La presencia de un doble punto pulmonar sugiere que el aire no se mueve libre dentro de la cavidad pleural sino que forma una bulla rodeada por adherencias pleurales (33).

La sensibilidad de la ecografía torácica para la detección de neumotórax, sean espontáneos, secundarios, traumáticos o yatrógenos, es muy superior a la de la radiografía simple y similar a la de la TAC (34).

Alrajhi y cols. comparan la precisión de la ecografía pulmonar con la radiografía de tórax en supino para pacientes con sospecha de neumotórax, usando la TAC como estándar de referencia. La ecografía muestra una sensibilidad del 90,9% y una especificidad del 98,2% mientras que la radiografía de tórax muestra una sensibilidad del 50,2% y una especificidad del 99,4%. En base a estos datos, los autores proponen que la ecografía pulmonar sea la prueba inicial para el diagnóstico de neumotórax (35).

Una revisión sistemática con posterior meta-análisis, más reciente, realizada por Alrajab S y cols encuentra una sensibilidad del 78,6% con una especificidad del 98,4% para la ecografía y una sensibilidad del 39,8% y especificidad del 99,3% para la radiografía.

Los autores aportan algunas claves a tener en cuenta:

- \* La ecografía torácica es menos sensible de lo que aportan estudios previos para el diagnóstico de neumotórax en pacientes traumáticos y en pacientes críticos
- \* El entrenamiento y la familiaridad con la técnica proporcionará una mayor exactitud
- \* La sonda lineal proporciona una mayor precisión para detectar el sliding pleural
- \* La ecografía pulmonar es conveniente por su disponibilidad inmediata a pie de cama, es fácil de aprender, es precisa para el diagnóstico de neumotórax y evita el uso de radioaciones ionizantes (36).

La ausencia de deslizamiento pleural no es exclusiva del neumotórax. También es visible en: adherencias de causa neoplásica, inflamatoria o pleurodesis terapéutica, el bloqueo del bronquio principal por intubación selectiva, tapón de moco o neoplasia, la presencia de contusión, consolidación o atelectasia y en la EPOC avanzada (18).

La presencia de enfisema subcutáneo, que puede estar presente en pacientes con neumotórax de origen traumático o yatrógeno, puede interferir el diagnóstico ya que puede imitar un falso deslizamiento pleural (ocasionado por el movimiento de los músculos de la pared torácica) y falsas líneas B, ocasionados por las "líneas E". Para evitar este error, el explorador debe comprobar la presencia de la línea pleural entre dos arcos costales y que la línea pleural está a la misma profundidad en ambos hemitórax (34).

La exploración del paciente debe realizarse en decúbito supino comenzando con los planos anterosuperiores para desplazarse lateralmente. Lichtenstein recomienda el uso de una sonda microconvex, si bien, el transductor lineal, la sonda convex o la sectorial también pueden ser empleadas dependiendo de las preferencias del explorador o del cuadro clínico. Pueden ser útiles técnicas como el modo M o el Doppler color (14).

Volpicelli y cols. Proponen un algoritmo, ya clásico, para el diagnóstico de neumotórax con recomendaciones para sospechar o descartar la presencia de neumotórax.

Figura 6.

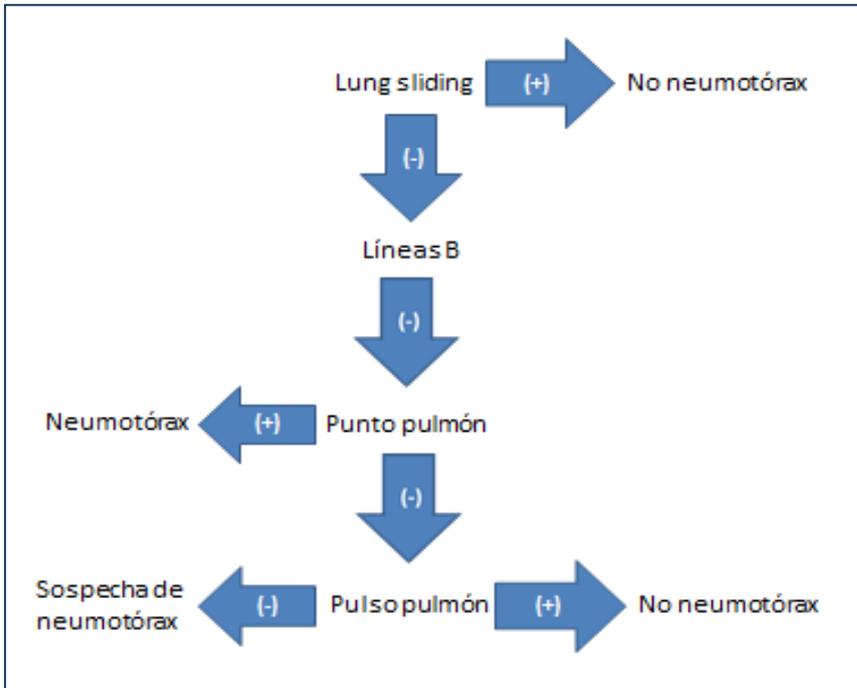


Figura 6. Algoritmo para la detección de neumotórax. Tomado de Volpicelly y cols (14)

La Figura 7 es la imagen ecográfica de un paciente de 36 años, diagnosticado de neumotórax traumático por fractura de 4 arcos costales en accidente de tráfico.



Figura 7. Neumotórax traumático

## Síndrome intersticial

El síndrome intersticial es una condición en la que el aire alveolar está disminuido por el engrosamiento del intersticio aunque se preserve, en mayor o menor medida, la aireación del alveolo.

El diagnóstico ecográfico del síndrome intersticial se basa en la detección de un patrón de múltiples líneas B.

La evidencia científica avala que la ecografía pulmonar debe ser considerada una técnica de diagnóstico básica para el diagnóstico de estos procesos, con una curva de aprendizaje rápida y una certeza diagnóstica superior a la radiografía de tórax convencional (14).

Los ultrasonidos no permiten distinguir la naturaleza del infiltrado intersticial, ya que éste no es un hallazgo específico, sino que aparece en diferentes patologías pulmonares caracterizadas por la presencia de fluidos, infiltración celular o fibrosis en el intersticio pulmonar.

Por tanto, las imágenes ecográficas deben ser interpretadas en el contexto de los antecedentes, la anamnesis y la exploración física del paciente.

La distribución de las líneas B puede ser difusa o focal.

La presencia de múltiples líneas B distribuidas de forma difusa bilateral orienta hacia los siguientes procesos:

- \* Edema pulmonar de varias causas
- \* Neumonía intersticial o neumonitis
- \* Enfermedad difusa del parénquima pulmonar (fibrosis pulmonar)

La presencia de un patrón intersticial focal puede encontrarse en:

- \* Neumonía y neumonitis
- \* Atelectasia
- \* Contusión pulmonar
- \* Infarto pulmonar
- \* Enfermedad pleural
- \* Neoplasia (14)

Los expertos agruparon los cambios fisiopatológicos capaces de ocasionar un patrón ecográfico de artefactos de líneas B múltiples, de distribución difusa y bilateral en tres categorías:

- \* Presencia agua pulmonar extravascular debida al incremento en la presión hidrostática o al aumento en la permeabilidad del lecho capilar
- \* Infección que causa la inflamación intersticial
- \* Fibrosis y procesos que causan la infiltración del intersticio (29).

Aunque el patrón intersticial es un hallazgo inespecífico, hay algunas características ecográficas que, integradas en el contexto clínico del paciente, pueden ayudarnos a sospechar el diagnóstico:

La distancia entre las líneas B puede orientarnos en la localización del infiltrado:

Las líneas B separadas 7 mm o más indican edema interlobular

Las líneas B separadas 3 mm o menos indican edema intralobular

Debe tenerse en cuenta la patología basal e integrar los hallazgos con la clínica del paciente. En un paciente diagnosticado de esclerosis sistémica sin antecedentes de cardiopatía conocidos, la presencia de líneas B nos hará sospechar fibrosis pulmonar y no la presencia de agua extravascular.

Por otro lado, la presencia de múltiples líneas B de distribución bilateral difusa en un paciente con función cardiaca deprimida nos hará sospechar la presencia de congestión pulmonar y fallo cardiaco agudo.

El aumento de agua extravascular en el pulmón se correlaciona clínicamente con la presencia de edema pulmonar y puede ser debido al aumento en la presión hidrostática o al aumento de la permeabilidad de la membrana del capilar alveolar.

Las líneas B provocadas por el edema de pulmón cardiogénico suelen tener una distribución bilateral homogénea, aparecen en las zonas tanto anteriores como declives y aparecen y desaparecen de forma simétrica con el tratamiento deplectivo.

El síndrome de distres respiratorio del adulto (SDRA) muestra un patrón no homogéneo e irregular, caracterizado por consolidaciones subpleurales, línea pleural altamente fragmentada, múltiples Líneas B altamente hiperlucientes alternando con áreas respetadas. Esta distribución irregular de las líneas B contrasta con la observada en el edema de pulmón donde es raro ver condensaciones subpleurales (31).

Además de la distribución de las líneas B es importante considerar las diferencias que presenta la línea pleural en diferentes procesos:

\* En el edema de pulmón cardiogénico la línea pleural suele ser fina y continua, sin irregularidades

\* En la fibrosis pulmonar la línea pleural es irregular y fragmentada con anomalías subpleurales como pequeñas áreas hipoeoicas, con aparición de un patrón de líneas B no homogéneo. Figura 7. También en vídeo.

\* En el síndrome de distress respiratorio del adulto la línea pleural se mostrará fragmentada e irregularmente engrosada (14).

Varios estudios destacan la importancia de considerar los cambios en la línea pleural en el diagnóstico y seguimiento de los pacientes con enfermedades pulmonares intersticiales de origen reumatológico (37, 38).

Li y colaboradores encuentran que el 30% de los pacientes con patrón alveolo-intersticial presentan anomalías en la línea pleural y relacionan éstas con los hallazgos de la TAC:

1. Una línea pleural "levemente rugosa" con líneas B que borran el borde inferior de la línea pleural por lo que esta tiene un contorno borroso y su espesor es difícil de definir, se corresponde con un patrón de vidrio deslustrado en la TAC.

2. Una línea pleural "irregular e interrumpida" con líneas B confluentes se relaciona con infiltración parenquimatosa

3. Una línea pleural deflecada con líneas B confluentes se correlaciona con la superposición de áreas de vidrio deslustrado y de opacidades reticulares irregulares

4. Una línea pleural deflecada con líneas B dispersas se relaciona con engrosamiento de los septos interlobulares

5. Una línea pleural ondulante indica enfisema subpleural (39).

No hay unanimidad en la literatura a la hora de definir las técnicas de escaneo y los criterios de positividad así como la gradación de la severidad de los cuadros.

Volpicelli y cols. proponen el escaneo de 8 regiones en la cara anterior del tórax aunque, en algunos casos, puede ser suficiente el escaneo rápido de dos regiones anteriores y en otros pacientes será preferible la evaluación más detallada de 28 espacios intercostales.

En el modelo de 8 ventanas, se dice que una región es positiva cuando aparecen tres o más líneas B en el espacio intercostal escaneado en el plano longitudinal.

Para considerar el examen positivo debe haber dos o más regiones positivas de forma bilateral.

La presencia masiva de líneas B en un espacio intercostal ocasiona una imagen ecográfica de pulmón blanco (white lung) (14).

Agrícola y cols. escanean 28 áreas del pulmón realizando la suma del número de líneas B de forma semicuantitativa. Esta suma se relaciona con el área pulmonar extravascular medida por termodilución:

Menos de 5 líneas B: se considera que no hay edema

Entre 5 y 15 líneas B: edema leve

Entre 15 y 30 líneas B: edema moderado

Más de 30 líneas B: edema grave (25).

La cuantificación del número de líneas B presentes en un estudio es un aspecto controvertido.

Spandareo y cols. no encuentran diferencias en el número de líneas B entre los pacientes que ingresan por edema agudo de pulmón, fallo cardíaco con derrame pleural, exacerbación de EPOC, neumonía vírica o bacteriana, hidrotórax secundario a cirrosis hepática, linfangitis neoplásica, asma aguda o fibrosis pulmonar y cuestionan la utilidad de la ecografía clínica para el enfoque inicial del paciente con disnea ya que el número de líneas B no es capaz de discernir la causa de las mismas.

Aunque la metodología del estudio es cuestionable (escanean a los pacientes sin integrar el estudio en la exploración física, sentados, valorando los espacios posteriores e inferiores del tórax y sin eliminar los filtros del ecógrafo), el autor pone de manifiesto algunos puntos que debemos tener en cuenta:

La generación y percepción de líneas B está condicionada por el tipo de sonda. Se detectan más líneas B con la sonda convex que con la lineal. También está condicionada por la compensación de la ganancia, la ratio entre la curvatura del transductor y la curvatura de la superficie pleural y si se ha utilizado armónicos o supresión de artefactos en movimiento (40).

Sin embargo, son múltiples los ensayos, revisiones sistemáticas y meta-análisis que avalan el papel de la ecografía pulmonar en el diagnóstico de congestión pulmonar tanto de origen cardiogénico (25,41,42,43,44), como en pacientes sometidos a diálisis (45).



Figura 7. Neumopatía intersticial. Ver vídeo.

### Condensación y atelectasia:

La pérdida masiva del aire y el incremento en los fluidos en el alveolo da lugar al patrón de condensación pulmonar.

A diferencia del patrón intersticial, el aire alveolar ha desaparecido por completo; la ecografía no proporciona un artefacto sino la imagen, en tiempo real, del pulmón en movimiento.

Cuando la condensación contacta con la pleura y no se interpone pulmón aireado entre ésta y la sonda, la lesión es visible como una región hipoeoica con ecogenicidad parecida a los tejidos (“patrón tisular”) que contrasta con la imagen que ocasiona el pulmón aireado que la rodea.

Esto ocurre en el 80% de las neumonías, si bien no todas ellas serán visibles por ecografía ya que la superficie pleural que podemos escanear es del 70% (46).

La condensación pulmonar puede tener una gran variedad de causas que incluyen: infección, embolismo pulmonar, cáncer de pulmón, metástasis, atelectasia compresiva, atelectasia obstructiva y contusión pulmonar.

El análisis de la forma, margen profundo, distribución, vascularización y de algunas características peculiares como la presencia de broncograma aéreo o líquido permiten, a menudo, diferenciar varios tipos de condensación: neumonía, infarto pulmonar, contusión y atelectasia compresiva u obstructiva.

La posibilidad de repetir el estudio permite monitorizar la eficacia del tratamiento antibiótico en los pacientes más graves. La re – aireación provoca cambios en el aspecto ecográfico del pulmón. El patrón alveolar se convierte en un patrón intersticial que mejora progresivamente con una disminución en el número y la densidad de las líneas B hasta alcanzar la resolución del proceso y la vuelta a un patrón en espejo propio del pulmón normalmente aireado (27).

La condensación translobar se verá con la imagen de pulmón hepatizado.

Figura 8. También disponible en vídeo.

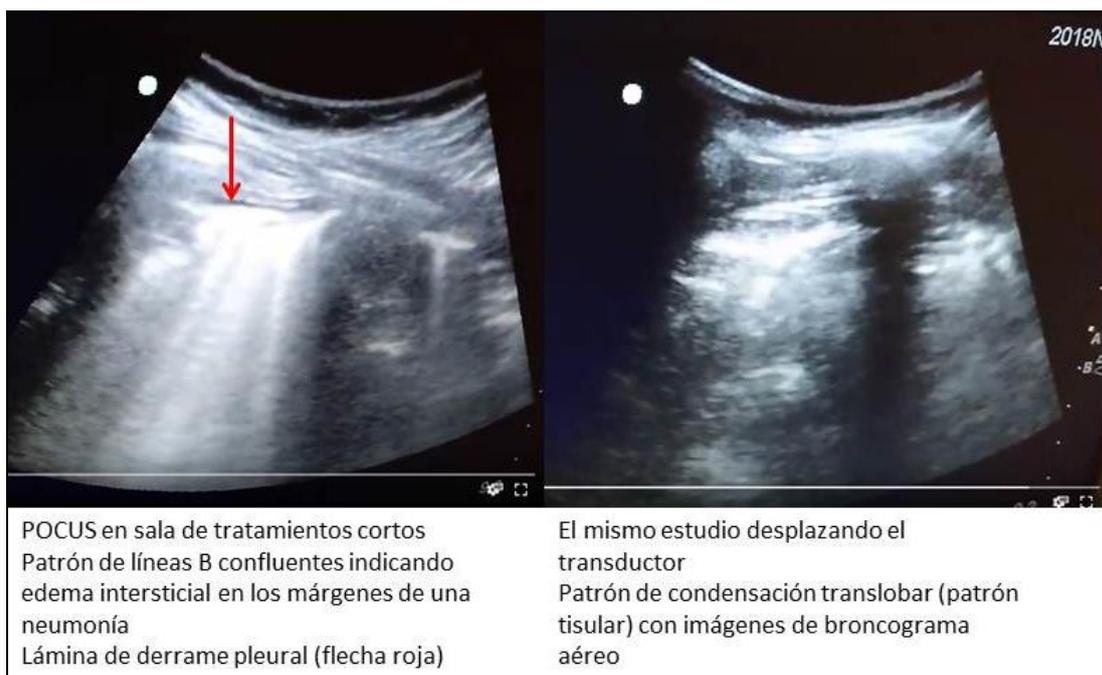


Figura 8. Patrón de condensación translobar

La condensación no translobar dará lugar al signo del fractal ("fractal sing") o la apariencia de pleura rota ("sred sign"). Figura 9.



Figura 9. Neumonía con derrame pleural

La atelectasia genera signos funcionales como la abolición del lung sliding con presencia de pulso pulmonar y la ausencia de broncograma dinámico (47).

La ecografía pulmonar es altamente efectiva en la detección de condensación y atelectasia y para diferenciarlas del derrame pleural.

La presencia de una condensación pulmonar con bordes imprecisos en un paciente con fiebre nos hará sospechar neumonía.

La presencia de una condensación triangular, con ausencia de señal Doppler en su interior, en un paciente con factores de riesgo para enfermedad tromboembólica debe hacernos sospechar la presencia de un infarto pulmonar.

La presencia de broncograma dinámico permite diferenciar la condensación por neumonía (generalmente presente) de la atelectasia (generalmente ausente) (48).

La ecografía pulmonar puede ser útil en el diagnóstico del paciente con dolor torácico de perfil pleurítico. La exploración debe comenzar con el examen de las áreas de interés para progresar hasta el pulmón completo si es preciso (14).

Nazerian y Cols. Evalúan la sensibilidad de la ecografía pulmonar en el diagnóstico de la neumonía de adquisición comunitaria (NAC) tomando como patrón de referencia la TAC. Encuentran una sensibilidad del 82,8% con una especificidad del 95,5% y una alta concordancia inter-observador. Los autores consideran que la ecografía

pulmonar puede ser una alternativa a la radiografía de tórax en el diagnóstico de condensación pulmonar a pie de cama (49).

Ye y cols, en un meta-análisis publicado en 2015, encuentran una sensibilidad del 95% con una especificidad del 90% para la ecografía y una sensibilidad del 77% con una especificidad del 91% para la radiografía (50).

Long y cols en un met-análisis publicado en 2017 encuentran una alta sensibilidad (88%) y especificidad (86%) para el diagnóstico de neumonía (51).

No hay acuerdo en si la ecografía podría sustituir a la radiografía de tórax como primera prueba diagnóstica en la NAC. Bourcier y cols proponen que sea la primera prueba diagnóstica en la sospecha de neumonía, por delante de la radiografía de tórax, sobre todo en colectivos como niños y embarazadas (52).

D'Amato y cols dudan que, a día de hoy, la ecografía pulmonar pueda sustituir a la radiografía de tórax como prueba diagnóstica de rutina en la NAC. En su estudio, con 510 pacientes que ingresan en el hospital con el diagnóstico de NAC confirmado por radiografía de tórax, encuentran que la ecografía pulmonar es capaz de diagnosticar el 73,5% de los casos de neumonía, comprobada previamente por radiografía simple. El seguimiento ecográfico permite comprobar la reducción del foco neumónico y detectar aquellos pacientes cuya evolución no es favorable con el tratamiento antibiótico. Concluyen que la precisión diagnóstica es inferior a la de la radiología convencional, con un 26% de falsos negativos, por lo que no puede sustituirla como prueba de diagnóstico inicial, si bien, juega un papel complementario en el diagnóstico y en la monitorización de la evolución del foco neumónico (46).

### **Derrame pleural:**

La identificación del derrame pleural es la aplicación mejor establecida de la ecografía torácica y se ha convertido en una técnica de rutina en todo el mundo.

La ecografía permite distinguir la presencia de derrame pleural de atelectasia, condensación, masa o elevación diafragmática que, frecuentemente, son difíciles de diferenciar en la radiografía de tórax (21).

La ecografía puede detectar el derrame, evaluar el volumen, proporcionar información sobre su naturaleza (ecogenicidad, presencia de septos) y localizar el área más apropiada para realizar la toracocentesis (53).

Tiene mayor sensibilidad y especificidad que la radiografía de tórax (69,2% y 90,0% y 61,5% y 60% respectivamente). Además supera a la TAC en el diagnóstico del derrame pleural complicado (54).

En los campos medios el derrame pleural será visible como una banda hipoecoica que separa ambas capas pleurales generando dos signos ecográficos: el signo del cuadrilátero ("quad sign") y el signo del senoide ("sinusid sign") (Figura 10). El signo del cuadrilátero será visible en modo B como una zona hipoecoica, de aspecto cuadrangular limitada por arriba por la pleura parietal, por la pleura visceral por debajo y por la sombra de los arcos costales a ambos lados.



Figura 10. Derrame pleural. Izquierda: signo del quad. Paciente en fallo cardiaco. Derecha: signos del senoide. Paciente con sobredosificación de Acenocumarol y derrame hemático

En modo M, la línea pleural se desplaza con la respiración dando lugar a la imagen sinusoidal (13).

En los senos costofrágnicos es imprescindible localizar correctamente las referencias anatómicas: pared costal, línea pleural, diafragma y pulmón. El derrame se verá como una banda anecoica por encima del diafragma que provocará atelectasia por compresión y el pulmón puede ser visible como una estructura anatómica, a modo de lengüeta, delimitada por el derrame, que se mueve con los movimientos respiratorios. El grado de atelectasia dependerá del tamaño del derrame.

Figura 11. También en video.



Figura 11. Derrame pleural. Seno costofrágnico derecho.

El derrame pleural puede ser clasificado según su ecogenicidad:

- \* Anecoico: cuando no se observan ecos en su interior
- \* Complejo no septado: se observa material ecogénico dentro del derrame
- \* Complejo septado: cuando se aprecian tabiques dentro del derrame

El derrame anecoico será, generalmente, un trasudado. La presencia de ecos o de tabicación y el engrosamiento de la línea pleural orienta hacia un exudado.

El líquido debe buscarse en las zonas declives. Por ello, la sedestación es la posición idónea para realizar el estudio en el paciente estable. Si el paciente no puede permanecer sentado puede escanearse en decúbito o semi incorporado.

Hay varios medios para cuantificar el volumen del derrame. Algunos aproximados, como cortar el número de espacios costales que abarca el derrame. Otros miden la altura del espacio lateral (H), la distancia hasta el diafragma (D) o la anchura de la pared lateral (C) y proponen una ecuación basada en estas medias para estimar el volumen de líquido presente. Hassan y cols evalúan las diferentes ecuaciones propuestas y comparan su fiabilidad con el volumen de líquido aspirado (54). Los resultados se resumen en la figura 12.

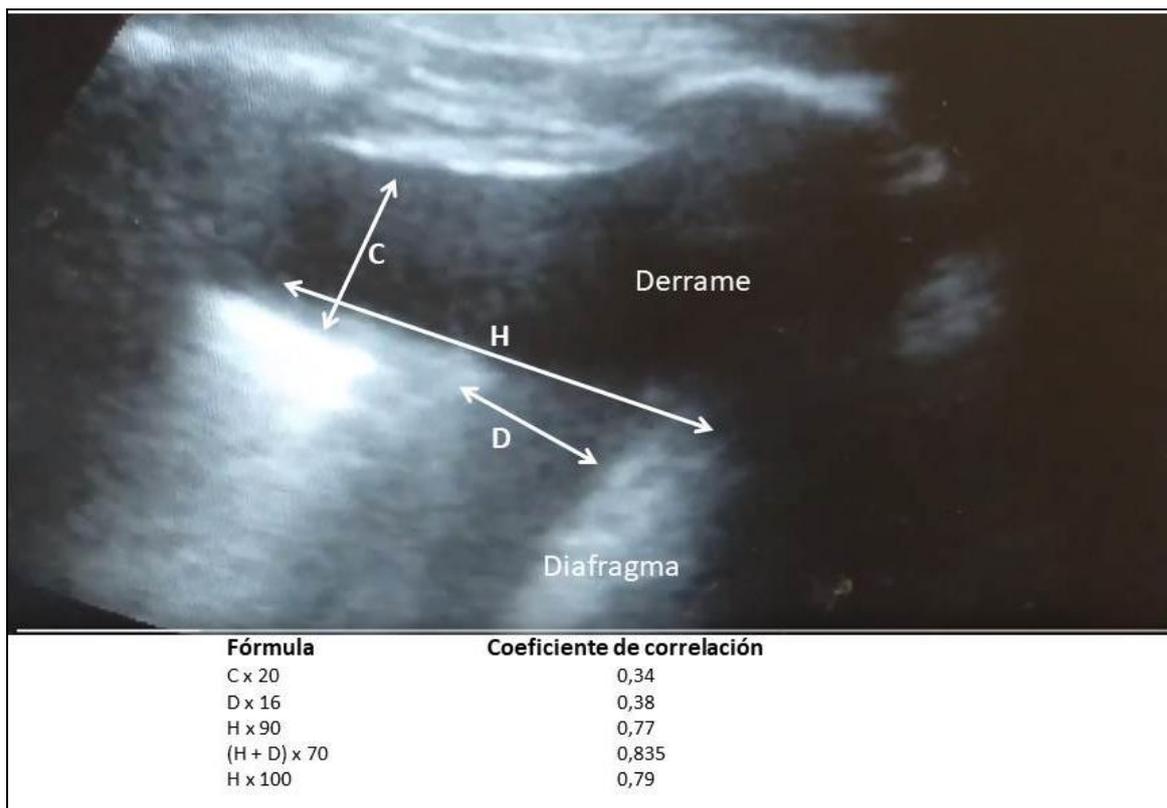


Figura 12. Ecuaciones propuestas para cuantificar el volumen del derrame pleural

Desde 2010, la BTS recomienda que las técnicas de toracocentesis e inserción de drenajes se realicen siempre de forma ecoguiada (55).

## **Aplicación práctica de la ecografía torácica en el área de urgencias:**

### **Traumatismo torácico cerrado.**

El traumatismo torácico es una causa frecuente de consulta en urgencias.

La intensidad de las lesiones puede variar desde una contusión menor de los tejidos blandos, la fractura costal, única o múltiple, hasta la contusión pulmonar, neumotórax, contusión cardiaca o la rotura aórtica. La capacidad de los ultrasonidos para detectar esas lesiones es variable (12, 56).

Las fracturas costales son las lesiones más frecuentes en el traumatismo torácico cerrado. La radiografía de tórax es la primera técnica de imagen recomendada. Es una prueba poco sensible aunque altamente específica. La ecografía puede ser de utilidad en pacientes capaces de colaborar y es más sensible que la radiografía. El tiempo medio de realización del estudio es de 12 minutos (56). No es una técnica diagnóstica recomendada habitualmente porque consume tiempo en urgencias y puede ser molesta para el paciente.

La fractura se ve como una solución de continuidad en la cortical anterior con un hematoma local y edema de los tejidos blandos alrededor.

La ecografía es capaz de detectar la fractura de los cartílagos costales.

La fractura esternal también puede ser visible por ecografía con una alta sensibilidad.

La fractura clavicular puede ser diagnosticada con una sensibilidad del 90%.

El hematoma de la pared torácica puede aparecer como anecoico, hipocóico o incluso hiperecóico.

En el contexto de un traumatismo torácico el enfisema subcutáneo puede ser debido a la presencia de fracturas costales, neumotórax, lesión pleural o pulmonar. Ecográficamente se caracteriza por la presencia de líneas E (12).

La presencia de hemotórax traumático se asocia, a menudo, con fracturas costales y lesión del parénquima pulmonar. La radiografía anteroposterior en supino tiene una precisión diagnóstica baja para la detección del hemotórax traumático. La ecografía pulmonar tiene una sensibilidad del 92% y una especificidad del 100%.

La contusión pulmonar es una lesión frecuente tras el trauma torácico cerrado sea por accidente de tráfico, explosión o electrocución. La radiografía de tórax tiene una sensibilidad de un 27% para detectar estas lesiones. La ecografía pulmonar puede detectar áreas de contusión pulmonar localizadas superficialmente. Se verán como lesiones hipocóicas con márgenes mal definidos. En muchos casos, aparecen como áreas con múltiples líneas B. La aparición de un patrón de líneas B en el contexto de un traumatismo torácico tiene una sensibilidad del 94,6% y una especificidad del 96,1% para el diagnóstico de contusión pulmonar (12, 15, 56).

### **El protocolo E-FAST**

La ecografía aporta una valiosa información en la evaluación inicial del paciente politraumatizado, si bien, por su baja sensibilidad (57) no sustituye a técnicas más sensibles como la TAC, que debe ser la técnica diagnóstica de elección en los pacientes hemodinámicamente estables.

El acrónimo FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma) fue acuñado por la cirujana G.S. Rozycki en 1995 y en 1996 se renombra como Focussed Assessment with Sonography for Trauma para reflejar su utilización más allá del abdomen.

Desde entonces, la FAST se ha convertido en un instrumento clave para el manejo inicial del paciente con trauma abdominal o torácico-abdominal cerrado en los

servicios de urgencias y es recomendado por el Adult Trauma Life Support (ATLS) guideline como la prueba inicial para el diagnóstico del paciente traumatizado grave.

Las dos últimas décadas se ha introducido un protocolo extendido (E-FAST) que incluye el examen del tórax para descartar neumo y hemotórax (15).

La utilidad estriba en permitir una valoración rápida que permite un triaje más rápido de los pacientes que precisan cirugía.

FAST tiene una alta especificidad pero baja sensibilidad para detectar daño visceral.

Una reciente revisión Cochrane compara los algoritmos que incluyen el protocolo FAST en la atención inicial al paciente traumatizado grave con aquellos que no lo utilizan. No encuentran diferencias en cuanto a mortalidad entre ambos protocolos. Los protocolos que utilizan FAST reducen el número de TACs multiórgano en un 50%, reducen el número de lavado peritoneal en un 6% y el costo un 35% (58).

En los pacientes hemodinámicamente inestables, la ecografía juega un papel relevante para detectar la presencia de líquido libre o de neumotórax.

La FAST es fácil de usar, portátil, no invasiva barata y no expone al paciente a radiaciones ionizantes y puede ser repetida tantas veces como se precise.

Estas ventajas se ven contrarrestadas por la baja sensibilidad para detectar hemorragia abdominal (entre el 42% y el 96% según los diferentes autores).

Un número importante de lesiones no pueden ser reconocidas mediante ecografía: rotura diafragmática, lesiones pancreáticas, perforación de víscera hueca, traumatismo mesentérico, las fracturas pélvicas y aquellas lesiones intraabdominales que no generen una cantidad de líquido libre superior a 200 mL. Las lesiones renales y de otras estructuras retroperitoneales pueden pasar desapercibidas. Además es imposible distinguir entre sangre y orina (59).

Por esta razón, ante la sospecha de un trauma abdominal significativo, un estudio FAST negativo obliga a solicitar una TAC en los pacientes estables hemodinámicamente.

La sensibilidad puede mejorar si se realizan escaneos seriados a las 12 o 24 horas

De acuerdo con las recomendaciones de la ATLS, el examen FAST o E-FAST, se realiza en el apartado C, durante la valoración de la circulación y la presencia de hemorragias.

Por convención se utiliza una sonda de 2 – 5 MHz, curvilínea o sectorial.

El propósito inicial del examen es descartar la presencia de derrame pericárdico, líquido libre intratorácico o intraperitoneal o la presencia de neumotórax.

La ventaja de la técnica es su inmediatez y la realización en el punto de atención.

El estudio se realiza en 3 – 4 minutos. Algunos autores se plantean si la E-FAST puede sustituir a la radiografía de tórax en supino en el manejo inicial del traumatismo torácico.

Las ventanas están ampliamente recogidos en la literatura: pericárdica, cuadrante superior derecho, cuadrante superior izquierdo, pélvica o suprapúbica y ventanas pulmonares, anteriores y laterales.

La detección de derrame pericárdico es un punto clave en el estudio del paciente con traumatismo torácico. El líquido acumulado en el pericardio aparece como una franja anecoica oscura. El plano subcostal se obtiene colocando la sonda convex o sectorial en el área subxifoidea, con la marca hacia la derecha y el haz de ultrasonidos orientado transversalmente hacia el hombro izquierdo, usando el lóbulo hepático izquierdo como ventana acústica. La sonda debe permanecer acostada, casi plana, en la pared del abdomen (15).

La presencia de hemotórax debe buscarse en las áreas declives del pulmón, los flancos, en el paciente en supino. Partiendo de la posición de la sonda para el estudio

del flanco correspondiente, se desplaza la sonda verticalmente para detectar la presencia de derrame pleural. Puede ser difícil distinguir entre un hemotórax o la presencia de un derrame pleural previo.

Para buscar la presencia de neumotórax debe examinarse las ventanas suprapectoral derecha e izquierda (59).

Una revisión sistemática con posterior meta-análisis realizado por Arjab y cols concluye que la ecografía es más sensible (78.6%) y específica (98,4%) que la radiografía de tórax en supino (sensibilidad: 39,8% y especificidad: 99,3%) para el diagnóstico de neumotórax. Los médicos de urgencias realizaban mejor la ecografía torácica que los no urgenciólogos (sensibilidad del 82,3% y 72,8% respectivamente). Este dato puede estar relacionado con su experiencia acumulada en la realización de E-FAST y enfatiza la importancia del aprendizaje y el entrenamiento continuo necesarios en esta técnica operador – dependiente (36)

Entre un 5 – 76% de los pacientes con traumatismo torácico pueden tener un neumotórax oculto. Aunque la mayoría son pequeños, pueden poner en peligro la vida del paciente sobre todo si es preciso administrar presión positiva (59).

### **Diagnóstico diferencial y manejo de la disnea**

La disnea es una causa frecuente de consulta en las unidades de urgencias. Se trata de pacientes graves en los que un diagnóstico precoz y certero y un tratamiento adecuado son claves para mejorar el resultado y minimizar los efectos secundarios de terapias innecesarias.

El paciente disneico obliga al médico de urgencias a asumir el diagnóstico y el tratamiento de un paciente grave con una información limitada. La historia clínica y el examen físico son poco específicos y la radiografía de tórax, frecuentemente tomada en supino, puede aportar una información engañosa o retrasar el diagnóstico. Las determinaciones analíticas: péptidos natriuréticos, dímeros D y troponinas pueden orientar el diagnóstico pero retrasan el mismo.

La ecografía clínica ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la certeza diagnóstica de una variedad de procesos que consultan en urgencias por disnea: edema pulmonar, derrame pleural, neumotórax o condensación.

Sin embargo, a pesar de la evidencia científica, la ecografía clínica pulmonar sigue siendo una técnica poco conocida y poco usada en los servicios de urgencias para evaluar al paciente con disnea (60).

A pesar de su falta de especificidad, la detección de un patrón intersticial es un hallazgo importante en la valoración inicial del paciente con disnea.

En un ensayo clínico con 146 pacientes, Lichtenstein y cols. encuentran que este patrón está presente en el 100% de los casos de EAP y ausente en el 92% de los casos de EPOC y en el 98,75 % de los pulmones normales (61).

La utilidad de la ecografía clínica para identificar la disnea de origen cardiogénico y cuantificar la intensidad de la congestión, la respuesta al tratamiento y el pronóstico de los pacientes está ampliamente documentada en la bibliografía.

Agrícola y cols encuentran que, en pacientes sin patología pulmonar previa, sometidos a cirugía cardíaca, el número de líneas B proporciona una estimación del agua pulmonar extravascular (25).

Frassi y cols. evalúan el valor pronóstico de la ecografía pulmonar a partir del recuento de líneas B presentes en los planos anteriores del tórax y hacen un seguimiento durante 16 meses. El número de eventos adversos fue muy superior entre los

pacientes que tenían más de 30 líneas B a su ingreso. Este parámetro fue un factor predictor más potente que los parámetros ecocardiográficos (26).

Volpicelli y cols demuestran que el aclaramiento de las líneas B tras el tratamiento se relaciona con la resolución de la congestión pulmonar, tanto con el score radiológico, la clínica y la determinación de pro-PNB (62).

Un reciente meta análisis de Al Deeb y cols que incluye 1075 pacientes encuentra que la ecografía pulmonar tiene una sensibilidad del 94,1% y una especificidad del 92,4% para detectar edema de pulmón (63).

En 2015, Piveta y cols publican un estudio prospectivo de cohortes multicéntrico, realizado urgencias, con 1005 pacientes. Encuentran que la valoración clínica sola tiene una alta precisión diagnóstica para el diagnóstico de la disnea (sensibilidad 85,3%, especificidad 90%). La ecografía sola también tiene una alta precisión diagnóstica (sensibilidad 97%, especificidad 93,5%). La radiografía de tórax por sí sola tiene la menor precisión diagnóstica (sensibilidad: 69,5%, especificidad 82,1%). La mayor precisión diagnóstica es la exhibida por la integración de ecografía y valoración clínica (sensibilidad 97%, especificidad 97,4%), muy superior a los valores de Pro-PNB (sensibilidad 85%, especificidad 61,7%) (64).

Un reciente metaanálisis, realizado por McGivery y colaboradores, describe una sensibilidad del 82,5% y una especificidad del 83,6% en el diagnóstico de fallo cardiaco agudo descompensado (65).

Un metaanálisis más reciente, de Maw y colaboradores, afirma que la ecografía pulmonar es más sensible que la radiografía de tórax para detectar edema pulmonar y debería considerarse una técnica de imagen más en la evaluación del paciente con disnea y riesgo de presentar un fallo cardiaco descompensado (66).

Piveta y cols. publican en 2019 un ensayo randomizado y controlado con 518 pacientes para evaluar la precisión diagnóstica y la utilidad de combinar la ecografía pulmonar con los hallazgos clínicos, en comparación con la combinación de hallazgos clínicos más radiografía y determinación de péptido natriurético B en pacientes con disnea aguda en el servicio de urgencias. El objetivo secundario es examinar el tiempo necesario para integrar los datos de ambos brazos.

La sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo fueron: 85%, 89,4% y 83,5% en el grupo que integra valoración clínica más radiografía y ProPNB y 93,5% 95,5% y 95,1% en el grupo que integra valoración clínica con POCUS.

La presencia de derrame pleural sin patrón intersticial presente tiene una baja sensibilidad (36,4%) y especificidad (79,5% para el diagnóstico de fallo cardiaco agudo.

El tiempo medio para llegar al diagnóstico fue de 104,5 min en el grupo que integra radiografía y Pro-PNB y 5 minutos en el grupo que integra POCUS.

La adición de POCUS a la valoración clínica acelera y mejora la precisión del diagnóstico de insuficiencia cardiaca aguda (67).

Platz y cols .publican en 2017 un meta-análisis que describe los cambios dinámicos en el patrón de congestión pulmonar analizado por ecografía (líneas B) en el fallo cardiaco y la utilidad pronóstica de las líneas B.

La ecografía pulmonar puede ayudar a monitorizar los cambios en la congestión pulmonar con el tratamiento. La presencia de un alto número de líneas B identifica a los pacientes con alto riesgo de hospitalización y mortalidad, tanto en pacientes con fallo cardiaco agudo como crónico.

Los modelos que escanean menos zonas (5 – 8) proporcionan una información pronóstica similar a los que escanean 28 zonas.

No está claro que porcentaje debe reducirse el número de líneas B para considerar que ha ocurrido una respuesta adecuada al tratamiento (68).

Una reciente revisión sistemática de Staub y cols. analiza la precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar en el diagnóstico urgente de neumonía, fallo cardíaco y exacerbación de EPOC.

Para los pacientes en los que se sospecha neumonía, la presencia de condensación tiene una sensibilidad del 82% y una especificidad del 94%. En los pacientes con disnea aguda la presencia de un patrón intersticial difuso tiene una sensibilidad del 93% y una especificidad del 92% para el diagnóstico de fallo cardíaco agudo. El patrón A-profile (Lichtenstein), en pacientes que consultan por disnea aguda, tiene una sensibilidad del 78% y una especificidad del 94% para exacerbación de EPOC o asma (16).

## **Discusión y Conclusiones**

El manejo de la ecografía pulmonar en el área de urgencias permite la aproximación precoz al diagnóstico del paciente con patología toracopulmonar aguda, traumática y no traumática, desde su llegada a la consulta o sala de emergencia.

La información se obtiene en tiempo real, es una técnica reproducible, fiable y particularmente sensible en la detección de patología de la pared torácica, pleura y espacio pleural.

No somete al paciente a radiaciones ionizantes por lo que podemos repetir el estudio tantas veces como sea preciso y puede usarse en niños y en embarazadas.

Es una técnica fácil de aprender, requiere una tecnología sencilla y fácilmente asequible y su realización no suele llevar más de 5 - 10 minutos.

Debe estar incluida en la evaluación inicial del paciente, como parte de la exploración física, y los hallazgos deben ser integrados con los antecedentes, la anamnesis y la exploración física.

Así entendida, la ecografía clínica torácica sería una herramienta de gran ayuda en el área de consultas y emergencias del servicio de urgencias, ya que mejora la certeza en la orientación diagnóstica, ayuda a decidir el tratamiento más adecuado y permite monitorizar su eficacia.

Sin embargo, a día de hoy, son múltiples los problemas que frenan el uso habitual de la técnica.

Las mayores limitaciones de la técnica son la necesidad de entrenamiento, la variabilidad interoperador y la fiabilidad. Aunque muchos estudios afirman que la variabilidad interoperador es baja, la mayoría de ellos fue realizado por clínicos expertos en ecografía y no es posible asegurar que los resultados sean extrapolables a la realidad cotidiana de los servicios de urgencias.

Aunque, con el entrenamiento adecuado, la mayoría de los estudios no toman más de 5 – 10 minutos, la presión asistencial, sobre todo en el área de consultas, hace complicado disponer de este tiempo extra e integrar la ecografía en la exploración del paciente.

Un problema cotidiano en nuestro servicio es la disponibilidad del ecógrafo, compartido entre varias áreas y, frecuentemente, no disponible en el momento preciso. Otro problema, no abordado hasta ahora, es el almacenamiento de las imágenes en el programa informático.

Como conclusión, la evidencia avala que la ecografía pulmonar puede ser usada para diagnosticar un amplio abanico de patologías torácicas en el área de consultas de urgencias y en la sala de emergencias.

A día de hoy, los términos “disnea indeterminada”, “disnea inespecífica” o “disnea mixta”, deberían ser proscritos como juicio clínico en la transferencia del paciente.

A la luz de los conocimientos actuales y de la evidencia científica, estos pacientes no deberían abandonar estas áreas de atención inicial en urgencias sin una valoración del patrón sonográfico, su localización y una estimación de la intensidad del mismo.

### Referencias bibliográficas

1. Shao-Feng Liao, Pai-Jung Chen et al  
Top-cited publications on point-of-care ultrasound: The evolution of research trends  
The American Journal of Emergency Medicine, Volume 36, Issue 8, 2018, pp. 1429-1438
2. Weile J, Brix J, Moellekaer AB  
Is point-of-care ultrasound disruptive innovation? Formulating why POCUS is different from conventional comprehensive ultrasound  
Crit Ultrasound J. 2018; 10: 25.
3. O'Dochartaigh D , Douma M , et al .  
Utilization criteria for prehospital ultrasound in a Canadian critical care Helicopter Emergency Medical Service: determining who might benefit.  
Prehosp Disaster Med. 2017;32(5):536-540
4. Atkinson P, Olszynski P, et al.  
CJEM Debate Series: #PoCUS-All physicians practicing emergency medicine should be competent in the use of point-of-care ultrasound.  
CJEM. 2018 May;20(3):329-333. doi: 10.1017/cem.2018.12.
5. Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E.  
Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation  
JAMA Cardiol. 2018;3(4):346-350.
6. Gillman LM, Kirkpatrick AW.  
Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21st century.  
Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2012 Mar 9;20:18.
7. Huggins JT, Mayo P  
Indications for bedside ultrasonography in the critically-ill adult patient  
UpToDate ®.  
Literature review current through: Apr 2019  
Acceso a través de [www.bvsspa.es](http://www.bvsspa.es)
8. Whitson M.R., Mayo P.H.  
Ultrasonography in the emergency department  
Critical Care 2016 20:1

9. American College of Emergency Physicians.  
Emergency ultrasound guidelines.  
Ann Emerg Med. 2009 Apr;53(4):550-70.
10. Woo M., Atkinson P .  
There are no shortcuts: A focus on POCUS  
Canadian Journal of Emergency Medicine 2018 20:3 (321-322)
11. Atkinson P, Olszynski P, Chenkin J, Kim DJ, Hall G.  
CJEM Debate Series: #PoCUS-All physicians practicing emergency medicine should be competent in the use of point-of-care ultrasound.  
CJEM. 2018 May;20(3):329-333.
12. Wongwaisayawan S, Suwannanon R, et al.  
Emergency Thoracic US: The Essentials.  
Radiographics. 2016 May-Jun;36(3):640-59.
13. Lichtenstein D.  
Lung ultrasound in the critically ill.  
Ann Intensive Care. 2014 Jan 9;4(1):1.
14. G Volpicelli, M Elbarbary, M Blaivas, et al.  
International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound  
Intensive Care Med, 38 (2012), pp. 577-591
15. Pariyadath M, Snead G  
Emergency ultrasound in adults with abdominal and thoracic trauma  
UpToDate®  
Acceso a través de <http://bvsspa.es/profesionales/>
16. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, et al.  
Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis.  
J Emerg Med. 2019 Jan;56(1):53-69.
17. Mayo P  
Bedside pleural ultrasonography: Equipment, technique, and the identification of pleural effusion and pneumothorax  
UpToDate®  
Acceso a través de <http://bvsspa.es/profesionales/>
18. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ.  
Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice.  
Crit Care. 2007;11(1):205.
19. Gillman LM, Kirkpatrick AW.  
Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21st century.  
Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2012 Mar 9;20:18.

20. Lee FCY.  
Lung ultrasound—a primary survey of the acutely dyspneic patient  
J Intensive Care. 2016; 4(1): 57.
21. Gargani L, Volpicelli G.  
How I do it: lung ultrasound.  
Cardiovasc Ultrasound. 2014 Jul 4;12:25.
22. Cogliati C, Antivalle M, et al.  
Standard and pocket-size lung ultrasound devices can detect interstitial lung disease in rheumatoid arthritis patients.  
Rheumatology (Oxford). 2014, 1-7.
23. Platz E, Pivetta E, et al.  
Impact of device selection and clip duration on lung ultrasound assessment in patients with heart failure.  
Am J Emerg Med. 2015 Nov;33(11):1552-6.
24. Volpicelli G, Frascisco M  
Lung Ultrasound in the Evaluation of Patients with Pleuritic Pain in the Emergency Department  
J Emerg Med, 34 (February (2)) (2008), pp. 179-186
25. E. Agricola, T. Bove, et al.  
“Ultrasound comet-tail images”: A marker of pulmonary edema: A comparative study with wedge pressure and extravascular lung water.  
Chest, 127 (2005), pp. 1690-1695
26. Frassi F, Gargani L, et al.  
Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain.  
Journal of Cardiac Failure. 2007;13(10):830-5.
27. Volpicelli G  
Lung sonography.  
J Ultrasound Med 2013; 32:165–171
28. Radzina M, Biederer J  
Ultrasonography of the Lung.  
Fortschr Röntgenstr 2019;
29. Dietrich CF, Mathis G, et al.  
Lung artefacts and their use  
Med Ultrason 2016, Vol. 18, no. 4, 488-499
30. Lichtenstein D, Mézière G, et al.  
The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome.  
Am J Respir Crit Care Med. 1997 Nov;156(5):1640-6.

31. Shyamsundar M, Attwood B, et al.  
Clinical review: the role of ultrasound in estimating extra-vascular lung water.  
Crit Care. 2013 Sep 13; 17(5):237.
32. Cardinale L, Priola AM, et al.  
Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure.  
World J Radiol. 2014 Jun 28;6(6):230-7.
33. Volpicelli G, Audino B.  
The double lung point: an unusual sonographic sign of juvenile spontaneous pneumothorax.  
Am J Emerg Med. 2011 Mar;29(3):355.e1-2.
34. Volpicelli G.  
Sonographic diagnosis of pneumothorax.  
Intensive Care Med. 2011 Feb;37(2):224-32.
35. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C.  
Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis.  
Chest. 2012 Mar;141(3):703-708.
36. 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.  
Crit Care. 2013 Sep 23;17(5):R208.
37. Pinal-Fernandez, Pallisa-Nuñez E, et al.  
Pleural irregularity a new ultrasound sign for the study of interstitial lung disease in systemicsclerosis and antisynthetase syndrome.  
Clin Exp Rheumatol 2015; 33:S136–141. 18.
38. Moazedi-Fuerst FC, Kielhauser S, et al.  
Sonographic assessment of interstitial lung disease in patients with rheumatoid arthritis, systemic sclerosis and systemic lupus erythematosus.  
Clin Exp Rheumatol 2015; 33:S87–91. 19.
39. Li H, Li YD, Zhu WW, et al.  
High-Resolution Transthoracic Ultrasonography for Assessment of Pleural Lines in Patients With Dyspnea With CT Comparison: An Observational Study.  
J Ultrasound Med. 2017 Apr;36(4):707-716.
40. Sperandeo M, Varriale A, Sperandeo G, et al.  
Assessment of ultrasound acoustic artifacts in patients with acute dyspnea: a multicenter study.  
Acta Radiologica 2101 Volume: 53 Issue 8 (2012)

41. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, et al.  
Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water  
Am J Cardiol, 93 (2004), pp. 1265-1270
42. Picano E, Frassi F, Agricola E, et al.  
Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water  
J Am Soc Echocardiogr, 19 (2006), pp. 356-363
43. Gargani L, Frassi F, Soldati G, et al.  
Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnoea : a comparison with natriuretic peptides  
Eur J Heart Fail, 10 (2008), pp. 70-77
44. Miglioranza MH, Picano E, et al.  
Pulmonary congestion evaluated by lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients.  
Int J Cardiol. 2017 Aug 1;240:271-278.
45. Noble VE, Murray AF, Capp R, et al.  
Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution  
Chest, 135 (2009), pp. 1433-1439
46. D'Amato M, Rea G, Carnevale V, et al.  
Assessment of thoracic ultrasound in complementary diagnosis and in follow up of community-acquired pneumonia (cap).  
BMC Med Imaging. 2017 Aug 31;17(1):52.
47. Lichtenstein D  
Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now?  
Breathe (Sheff). 2017 Jun; 13(2): 100–111.
48. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J.  
The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis.  
Chest Volume: 135 Issue 6 (2009)
49. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, et al.  
Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography.  
Am J Emerg Med. 2015 May;33(5):620-5.
50. Ye X, Xiao H, Chen B, Zhang SY.  
Accuracy of Lung Ultrasonography versus Chest Radiography for the Diagnosis of Adult Community-Acquired Pneumonia: Review of the Literature and Meta-Analysis  
PLoS One. 2015; 10(6): e0130066.

51. Long L, Zhao HT, Zhang ZY, et al.  
Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: A meta-analysis  
Medicine (Baltimore) 2017 Jan; 96 (3): e5713.  
Published online 2017 Jan 20.
52. Bourcier, JE., Braga, S. & Garnier, D.  
Lung Ultrasound Will Soon Replace Chest Radiography in the Diagnosis of Acute  
Community-Acquired Pneumonia  
Curr Infect Dis Rep (2016) 18: 43.
53. Kurian J, Levin TL, Han BK, et al.  
Comparison of ultrasound and CT in the evaluation of pneumonia complicated by  
parapneumonic effusion in children.  
AJR Am J Roentgenol. 2009, 193: 1648-1654.
54. Hassan M, Rizk R, Essam H, Abouelnour A.  
Validation of equations for pleural effusion volume estimation by ultrasonography.  
J Ultrasound. 2017 Oct 27;20(4):267-271.
55. Havelock T, Teoh R, Laws D, Gleeson F; BTS Pleural Disease Guideline Group.  
Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease  
Guideline 2010.  
Thorax. 2010 Aug;65 Suppl 2:ii61-76.
56. Riccardi A, Spinola MB, Ghiglione V, et al.  
PoCUS evaluating blunt thoracic trauma: a retrospective analysis of 18 months of  
emergency department activity.  
Eur J Orthop Surg Traumatol. 2019 Jan;29(1):31-35.
56. Pishbin E, Ahmadi K, Foogardi M, et al.  
Comparison of ultrasonography and radiography in diagnosis of rib fractures  
Chin J Traumatol. 2017 Aug; 20(4): 226–228.
57. Akoglu H, Celik OF, Celik A, et al.  
Diagnostic accuracy of the Extended Focused Abdominal Sonography for Trauma (E-  
FAST) performed by emergency physicians compared to CT.  
Am J Emerg Med. 2018 Jun;36(6):1014-1017.
58. Stengel D, Rademacher G, Ekkernkamp A, Güthoff C, Mutze S  
Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma.  
Cochrane Database Syst Rev. 2015;  
<https://ws003.juntadeandalucia.es:2151/10.1002/14651858.CD004446.pub4>
59. Williams SR, Perera P, Gharahbaghian L  
The FAST and E-FAST in 2013: Trauma Ultrasonography: Overview, Practical  
Techniques, Controversies, and New Frontiers  
Critical Care Clinics, Volume 30, Issue 1, 2014, pp. 119-150

60. Wimalasena Y, KocierzL, Strong D, WattersonJ, Burns B  
Lung ultrasound: a useful tool in the assessment of the dyspnoeic patient in the emergency department. Fact or fiction?  
Emergency Medicine Journal : EMJ Volume: 35 Issue 4 (2018) ISSN: 1472-0205  
Online ISSN: 1472-0213
61. Lichtenstein, D., Mezière, G.  
A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact  
Intensive Care Med (1998) 24: 1331.  
<https://ws003.juntadeandalucia.es:2151/10.1007/s001340050771>
62. Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, et al.  
Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure.  
Am J Emerg Med. 2008;26:585–591.
63. Al Deeb M, Barbic S, Featherstone R, Dankoff J, Barbic D.  
Point-of-care ultrasonography for the diagnosis of acute cardiogenic pulmonary edema in patients presenting with acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis.  
Acad Emerg Med. 2014 Aug;21(8):843-52.
64. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, et al  
Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study.  
Chest. 2015 Jul;148(1):202-210.
65. McGiverty K, Atkinson P, Lewis D, et al.  
Emergency department ultrasound for the detection of B-lines in the early diagnosis of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis.  
CJEM. 2018 May;20(3):343-352.
66. Maw AM, Hassanin A, Ho PM, et al.  
Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis.  
JAMA Netw Open. 2019 Mar 1;2(3):e190703.
67. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, et al; Study Group on Lung Ultrasound from the Molinette and Careggi Hospitals.  
Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial.  
Eur J Heart Fail. 2019 Jan 28.
68. Platz E, Merz AA, J hund PS, Vazir A, et al.  
Dynamic changes and prognostic value of pulmonary congestion by lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a systematic review  
Eur J Heart Fail . 2017 September ; 19(9): 1154–1163.