

Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave

Raúl Carrillo Esper,* Jorge Raúl Carrillo Córdova,† Luis Daniel Carrillo Córdova‡

RESUMEN

Introducción: El ultrasonido pulmonar (USP) es una excelente herramienta para el diagnóstico de enfermedades pleuropulmonares, su seguimiento y toma de decisiones en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI). Las imágenes que se obtienen resultan de la interacción del haz ultrasónico con la pleura, el parénquima pulmonar y la interfase aire-líquido.

Objetivo: Describir los patrones ultrasonográficos pulmonares de enfermos internados en la UTI con los diagnósticos de neumotórax, derrame pleural, síndrome alveolo-intersticial (edema pulmonar, enfermedad intersticial) y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) y revisar los principios de la ultrasonografía pulmonar.

Resultados: Se incluyeron 60 enfermos. Cuarenta del género masculino y 20 del femenino. Del total, 20 eran portadores de derrame pleural, 10 de neumotórax, 15 SIRA y 15 de síndrome de alvéolo-intersticial. En estos pacientes se confirmó el diagnóstico clínico con radiografía de tórax y tomografía axial computarizada. Los pacientes se sometieron a ultrasonido pulmonar secuencial en tiempo real y modo M usando un transductor convexo de 10 MHz. El patrón de neumotórax se caracterizó por la pérdida de movimiento ondulante pleural, la presencia de «signo de la estratosfera,» que se caracteriza por la pérdida de la señal de la playa y su sustitución por líneas horizontales y la presencia del signo del punto pulmonar y la línea A. El patrón de derrame pleural se caracterizó por la pérdida del movimiento pleural, nivel hidroaéreo, y el signo de la cortina. El patrón del síndrome alvéolo-intersticial se caracterizó por la pérdida de movimiento de línea pleural y cohetes, caracterizados por la presencia de múltiples líneas B delgadas. El patrón del SIRA se caracterizó por la combinación de un derrame pleural, síndrome alvéolo-intersticial y condensación.

Conclusiones: En base a nuestros resultados y a lo publicado en la literatura podemos concluir que el USP

SUMMARY

Introduction: Pulmonary ultrasonography (PUS) is a new diagnostic tool for pleuropulmonary disease in the critically ill patient. Images obtained in this study results from the interaction between the ultrasound waves with the pleura, the pulmonary parenchyma and the air-liquid interface.

Objective: To describe the lung ultrasonographic patterns of patients hospitalized in the intensive care unit with diagnosis of pneumothorax, pleural effusion, alveolar-interstitial syndrome (pulmonary edema and interstitial lung disease) and Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS, and review the principles of lung ultrasonography.

Patients and methods: 60 patients were included. 40 male and 20 female. Of the total group, 20 were carriers of pleural effusion, 10 pneumothorax, 15 Acute Respiratory Distress Syndrome and 15 alveolar-interstitial syndrome. In these patients the clinical diagnosis was confirmed with chest radiography and computed axial tomography. Patients underwent sequential lung ultrasound in real time and M-mode using a 10 MHz convex transducer. The pneumothorax pattern is characterized by loss of pleural undulating movement, the presence of «stratosphere sign», characterized by loss of the sign from the beach and its replacement by horizontal lines and the presence of lung point sign and line A. The pattern of pleural effusion is characterized by loss of chest movement, hydro-air level, and the curtain sign. The pattern of alveolar-interstitial syndrome is characterized by loss of pleural line movement and «rockets», characterized by the presence of multiple thin B lines. The pattern of Acute Respiratory Distress Syndrome is characterized by the combination of pleural effusion, alveolar-interstitial syndrome and condensation.

Conclusion: PUS practiced in the Intensive Care Unit is one of the most promising diagnostic procedures in the Intensive Care Medicine. Based on scientific evidence the sensibility and specificity of lung ultrasound is high for the diagnosis of pneumothorax, alveolar-interstitial syndrome,

* Jefe de UTI, Fundación Clínica Médica Sur. Profesor Titular de Postgrado de Medicina del Enfermo en Estado Crítico.

† Pasante de Servicio Social. Instituto Nacional de Cardiología. UNAM.

‡ Facultad de Medicina. Grupo NUCE. UNAM.

practicado en la UTI es uno de los procedimientos diagnósticos más promisorios en la medicina intensiva, por lo que de seguro se extenderá su práctica e indicaciones. En base a la evidencia científica el USP tiene una elevada sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de pneumotórax, síndrome alveolo-intersticial, derrame pleural y SIRA.

Palabras clave: Ultrasonografía pulmonar, neumotórax, síndrome alveolo-intersticial, derrame pleural, síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía (USG) es un procedimiento diagnóstico utilizado cotidianamente en la práctica clínica. En los Servicios de Urgencias, Medicina Intensiva y Anestesiología es de gran utilidad para establecer el diagnóstico (ultrasonido FAST) y guiar procedimientos invasivos como la colocación de catéteres centrales, drenaje de colecciones (abscesos, ascitis, derrame pleural, etc.) y bloqueos regionales de plexos y nervios. Lo anterior ha posicionado a la USG como una herramienta indispensable para el intensivista ya que además cuenta con las ventajas de ser no invasiva, costo-efectiva y de practicarse a la cabecera del enfermo.¹

La evaluación pulmonar por estudios de imagen en el enfermo grave se hace rutinariamente mediante radiografía simple de tórax y tomografía axial computada (TAC). La USG pulmonar tradicionalmente no se había considerado debido al concepto erróneo de que se observan artefactos por la presencia de aire, lo que limitó su uso al drenaje de colecciones pleurales y en ocasiones para punciones dirigidas de tumoraciones periféricas. Publicaciones recientes han posicionado al USP como una excelente herramienta diagnóstica en la UTI y se han descrito patrones ultrasonográficos específicos para varias entidades que afectan con frecuencia a los enfermos graves.^{2,3}

El objetivo de este trabajo es describir los patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave y dar a conocer los principios de la ultrasonografía pulmonar.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo y descriptivo en el que se incluyeron a los enfermos que ingresaron a la Unidad de Terapia Intensiva de la Fundación Clínica Médica Sur en un lapso de tiempo comprendido entre el 1º de enero de 2009 al 1º de enero de

ARDS, and pleural effusion. The practice and indications of this tool will surely extend in the coming years.

Key words: *Pulmonary ultrasonography, pneumothorax, alveolar-interstitial syndrome, pleural effusion, acute respiratory distress syndrome.*

2010 a los que se diagnosticó por clínica, radiografía simple de tórax y tomografía axial computada neumotórax, condensación pulmonar, infiltrado intersticial, edema pulmonar, derrame pleural y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. A todos se les practicó ultrasonido pulmonar con un aparato de ultrasonido Siemens Antares Acuson con transductor convexo de 10 MHz.

La evaluación USG del pulmón se realizó de manera secuenciada y ordenada, dividiendo al tórax en tres segmentos de la siguiente manera:

- **Anterior:** Del esternón a la línea axilar anterior y de la clavícula al diafragma. Se divide en cuatro regiones.
- **Lateral:** De la línea axilar anterior a la posterior y del hueco axilar al diafragma. Se divide en dos regiones.
- **Posterior:** De la línea axilar posterior a la columna vertebral y del omóplato al diafragma. Se toma como una sola región.

Una vez identificadas las regiones se realizaron barridos longitudinales y transversales siguiendo un movimiento ondulante con el transductor, de un espacio intercostal a otro, en cada una de las regiones. Se utilizó un transductor convexo y de multifrecuencia, que se adecuaba de acuerdo a la profundidad y nitidez requerida de la imagen a obtener (3.5 a 15 MHz). El estudio ultrasonográfico se realizó tanto en tiempo real como en modo M (Motion Time) con la finalidad de identificar de manera adecuada las diferentes imágenes ultrasonográficas. Durante el estudio se identificó la línea pleural y los diferentes artefactos verticales y horizontales ya que a partir de esto se identificaron los diferentes patrones ultrasonográficos.

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Institución. No se realizó análisis estadístico en este estudio por sus características metodológicas.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 60 enfermos, 40 del género masculino y 20 del género femenino. Se estratificaron de acuerdo al diagnóstico clínico, y a los estudios de radiografía simple de tórax y tomografía axial computada torácica en aquellos portadores de derrame pleural, neumotórax, síndrome alveolo intersticial (edema pulmonar y enfermedad intersticial) y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda. Del grupo total, 20 eran portadores de derrame pleural, 10 de neumotórax, 15 de síndrome de insuficiencia respiratoria aguda y 15 de síndrome alveolo-intersticial.

A cada grupo de enfermos se realizó el estudio ultrasonográfico identificando como punto de partida la línea pleural y el signo del parpadeo, posterior a lo cual se procedió a identificar las líneas A, que son artefactos horizontales y las líneas B, Z y E, que se caracterizan por ser artefactos verticales. Mediante el modo M se procedió a identificar el signo de la playa. La línea pleural se identifica por sus siguientes características: 1) Línea hiperecoica por debajo de las costillas, 2) Movimiento ondulante que sigue la respiración, 3) Presencia de artefactos horizontales y verticales por debajo que dan diferentes imágenes. Las líneas A son horizontales, cortas e hiperecoicas y siguen a la línea pleural. Las líneas B son horizontales y se caracterizan por ser: 1) Verticales y bien definidas triangulares, 2) con vértice que se origina en la línea pleural y base que se dirige al parénquima pulmonar, 3) se extienden hasta el límite de la imagen y 4) atravesar las líneas A. En condiciones normales las «Colas de Cometa» son artefactos únicos o múltiples, hasta en número de 3 con una distancia entre cada uno de 7 mm. En ocasiones pueden observarse líneas B de menos de 1 cm de longitud, las cuales no tienen ningún significado. La presencia simultánea de múltiples líneas B, con distancia entre cada una de ellas de 3 a 5 mm se denominan «Cuetes» (Rockets, en inglés). Se identifican con más claridad en la región anterolateral y se asocian a enfermedad pulmonar intersticial o congestión (equivalentes a las líneas B de Kerley). Las «Líneas Z» son artefactos verticales que semejan a las líneas B y no tienen significado patológico, en ocasiones se pueden observar en neumotórax. Tienen las siguientes características: se originan en la línea pleural y tienen profundidad de 2 a 5 cm, no borran las líneas A, son cortas en el sentido que no se extienden hasta límite de la imagen, no siguen el movimiento pleural.

Líneas E, son secundarias a enfisema subcutáneo. Se caracterizan por dar la siguiente imagen, líneas verticales que adoptan la morfología de haz de láser (imagen hiperecoica fina), se originan por arriba de la línea pleural, su punto de partida es la pared torácica, llegan al límite de la pantalla. El signo de la playa se observa en el Modo M, tiene un movimiento ondulante y adopta un patrón granular, de ahí su nombre.

Con la caracterización de las diferentes imágenes y artefactos ultrasonográficos se integraron los patrones ultrasonográficos de neumotórax, derrame pleural, síndrome alveolo-intersticial y síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

El patrón de neumotórax se caracteriza por la pérdida del movimiento pleural ondulante, la presencia del «signo de la estratosfera», caracterizado por la pérdida del signo de la playa y su sustitución por líneas horizontales y la presencia del signo del punto pulmonar y de la línea A.

El patrón de derrame pleural se caracteriza por pérdida del movimiento pleural, nivel hidroaéreo, y el signo de la cortina.

El patrón del síndrome alveolo-intersticial se caracteriza por la pérdida del movimiento pleural y el «signo de la imagen en cuetes», caracterizado por la presencia de múltiples líneas B, delgadas y que se extienden a lo largo de la pantalla.

El patrón del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda se caracteriza por la combinación de los datos de derrame pleural, síndrome alveolo-intersticial y condensación.

DISCUSIÓN

En base al principio ultrasonográfico que el aire refleja las ondas sonoras, el USP no se consideró como una herramienta diagnóstica útil. En 1986 Rantanen describió la utilidad del ultrasonido para la evaluación pleuropulmonar de caballos, lo que llevó a Wernecke y colaboradores a introducirlo a la práctica clínica. En su publicación describió la imagen pleuropulmonar de 8 enfermos con neumotórax, que comparó con la de 20 sujetos sanos y concluyó que en los pacientes con neumotórax desaparecía la movilidad pleural normal. La evaluación ultrasonográfica del tórax se puede realizar con el enfermo en posición sentada o en decúbito. En la mayoría de los estudios se recomienda un transductor lineal de alta frecuencia (5 a 7.5 MHz) para la evaluación de la pared torácica, mientras que para el estudio de la pleura y del pulmón se

recomienda utilizar una frecuencia más baja en el rango de 3.5 MHz. Recientemente se ha descrito que los nuevos ultrasonógrafos con transductores convexos de alta frecuencia (10 a 13 MHz) tienen una mejor resolución.²⁻⁵

La imagen que se observa en el US pulmonar es el resultado de la interacción del aire y tejido pulmonar intersticial con el haz ultrasónico. En la imagen obtenida se observan artefactos de diferente ecogenicidad e intensidad en la escala de grises, tanto en el tiempo real como en el modo M (Motion time), los cuales son horizontales y verticales, cuya identificación adecuada es fundamental para la correcta interpretación de los elementos anatómico-estructurales normales.⁶

Línea pleural

El primer paso para la evaluación ultrasonográfica pulmonar es delimitar la interfase entre la pared torácica y el pulmón mediante la identificación de la **línea pleural**. Para localizar esta línea se identifican las costillas, las cuales en el tiempo real emiten una imagen hipoecoica y sombra acústica. La línea pleural es una imagen hiperecoica, bien delimitada entre dos costillas y representa a la pleura parietal y visceral. En condiciones normales la línea pleural tiene un movimiento ondulante que sigue a los movimientos respiratorios (**gliding sign**, en inglés) y representa el deslizamiento de la pleural visceral sobre la parietal. Los tres elementos clave para identificar la línea pleural son:⁷ 1) Línea hiperecoica por debajo de las costillas, 2) Movimiento ondulante que sigue la respiración, 3) Presencia de artefactos horizontales y verticales por debajo que dan diferentes imágenes.

Artefactos horizontales

El principal artefacto horizontal son las «**líneas A**», las cuales se caracterizan por ser horizontales cortas, hiperecoicas y que aparecen cíclicamente, con un patrón semejante a la distancia del transductor a la línea pleural y representan la reverberación del sonido sobre ésta (*figura 1*).

Artefactos verticales

Los artefactos verticales son las líneas B, Z y E. Las «**Líneas B**», mejor conocidas por su morfología como «**Colas de Cometa**» (**Comet tail** en inglés). Se generan por la resonancia ultrasónica origina-

da en una estructura rígida rodeada por aire, como son los septos interalveolares. Las líneas B tienen las siguientes características ultrasonográficas: 1) verticales y bien definidas triangulares, 2) con vértice que se origina en la línea pleural y base que se dirige al parénquima pulmonar, 3) se extienden hasta el límite de la imagen (longitud de hasta 17 cm), 4) atraviesan y borran las líneas A, 5) movimiento sincrónico con el desplazamiento pleural. En condiciones normales las «**Colas de Cometa**» son artefactos únicos o múltiples, hasta en número de 3 con una distancia entre cada uno de 7 mm. En ocasiones pueden observarse líneas B de menos de 1 cm de longitud, las cuales no tienen ningún significado. La presencia simultánea de múltiples líneas B, con distancia entre cada una de ellas de 3 a 5 mm se denominan «**Cuetes**» (**Rockets**, en inglés). Se identifican con más claridad en la región anterolateral y se asocian a enfermedad pulmonar intersticial o congestión (equivalentes a las líneas B de Kerley)^{8,9} (*figura 1*).

Las «**Líneas Z**» son artefactos verticales que semejan a las líneas B y no tienen significado patológico, en ocasiones se pueden observar en neumotórax. Tienen las siguientes características: Se originan en la línea pleural y tienen profundidad de 2 a 5 cm, no borran las líneas A, son cortas en el sentido que no se extienden hasta límite de la imagen, no siguen el movimiento pleural (*figura 1*). Las «**Líneas E**» (**E**, por enfisema), son secundarias a enfisema subcutáneo. Se caracterizan por ser líneas verticales que adoptan la morfología de haz

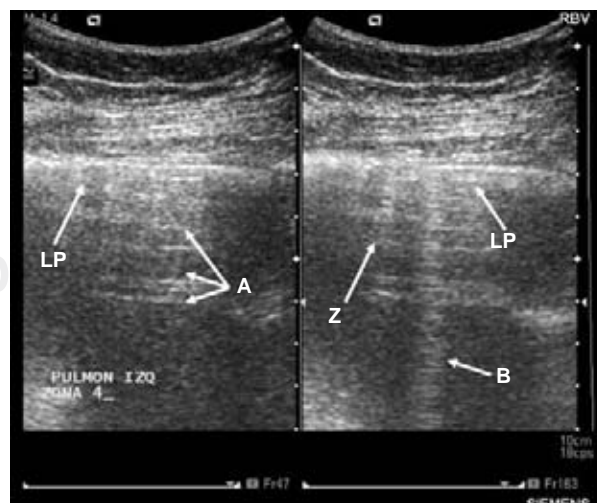


Figura 1. Ultrasonido pulmonar en donde se observa: Línea pleural (LP), línea A (A), línea Z (Z), línea B (B).

de láser (imagen hiperecoica fina), se originan por arriba de la línea pleural, su punto de partida es la pared torácica.

Signo de la playa

El movimiento pulmonar se observa claramente en el modo M (Motion time), en el que se aprecia la diferencia entre el patrón que semeja ondas localizado por arriba de la línea pleural (continua, ondulante e hiperecoica) y un patrón granular (por debajo), que semejante a la arena, de ahí la terminología de signo de la playa (seashore, en inglés). Esta imagen es de gran utilidad para descartar varias entidades como se describirá en la segunda parte de este trabajo¹⁰ (figura 2a).

Los patrones USG descritos que se presentan con más frecuencia en el enfermo grave son los asociados a pneumotórax, derrame pleural, síndrome alveolo-intersticial y el asociado a síndrome de insuficiencia respiratoria aguda.

Neumotórax

La prevalencia de neumotórax en la UTI llega a ser de 6% y habitualmente es secundario a barotrauma e hiperinflación dinámica. La clínica y la radiografía simple de tórax son las modalidades diagnósticas que se utilizan universalmente para su diagnóstico, pero lo infraestiman hasta en 30 a 40% de los

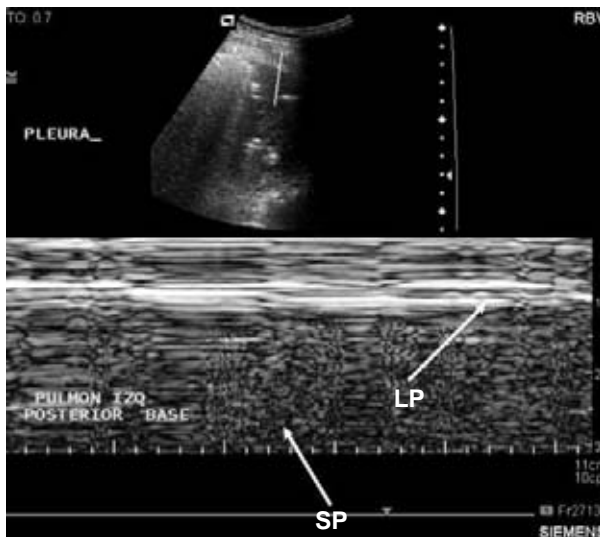


Figura 2a. Ultrasonido pulmonar en modo M donde se observa: Línea pleural (LP) y signo de la playa (SP), nótese el patrón ultrasonográfico granular.

casos, sobre todo en situaciones de urgencia y en pacientes politraumatizados. La mayoría de los enfermos no diagnosticados desarrollan neumotórax a tensión, principalmente aquellos en ventilación mecánica. El concepto de neumotórax oculto describe los casos de neumotórax sin manifestaciones clínicas ni radiográficas y para los cuales la tomografía axial computada (TAC) de tórax es el estándar de oro para el diagnóstico, pero ésta tiene inconvenientes como la necesidad de traslado del enfermo (habitualmente multi-invasado, inestable, dependiente de vasopresores e inotrópicos y ventilación mecánica) al Servicio de Imagenología y los costos, entre otros, lo que ha posicionado a la USGP como una excelente alternativa diagnóstica en el enfermo grave.¹¹⁻¹⁵

Las imágenes ultrasonográficas del neumotórax son las siguientes:^{16,17}

- Pérdida del movimiento ondulante (**Lung Sliding, en inglés**) de la línea pleural, lo que está en relación al no desplazamiento de las dos hojas pleurales por la presencia de aire. Este signo dinámico se acentúa en el modo M, en el cual la pérdida de la dinámica pleural y el aire dan una imagen de líneas horizontales superpuestas a lo que se denomina «**Signo de la Estratosfera**». La pérdida del movimiento ondulante pleural no es patognomónico de neumotórax, tiene una especificidad de 96.5%. Su ausencia, además del neumotórax, se ha descrito en fibrosis pleural, paquipleuritis, condensación pulmonar y síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto, consideraciones que se deberán de tomar en cuenta al practicar el estudio ultrasonográfico (figura 2b).¹⁸⁻²⁰
- Otro signo dinámico de neumotórax es la modificación del patrón ultrasonográfico asociado a los movimientos respiratorios (inspiración-espiración), el cual está relacionado al desplazamiento pleural y del parénquima y que se presenta preferentemente cuando el neumotórax es anterior y no está a tensión. La imagen que se observa es un patrón cambiante de desplazamiento pleural, líneas A y líneas B con «**Signo de la Playa**» en el modo M durante la inspiración a pérdida del movimiento ondulante, de las líneas B y del Signo de la Playa el cual es sustituido por el «**Signo de la Estratosfera**» durante la espiración, a esta imagen se le denomina «**Signo del Punto Pulmonar**» («**Lung Point**», en inglés) (figura 3).^{21,22}

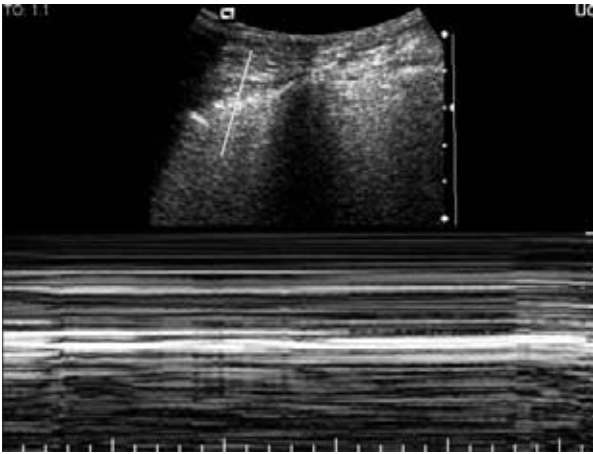


Figura 2b. Signo de la estratosfera. Imagen superior, se observa pérdida de la línea pleural y ausencia de líneas B. Imagen inferior simultánea en Modo M, en donde se observan exclusivamente líneas horizontales (características del «Signo de la estratosfera»), pérdida de la línea pleural y del «Signo de la Playa».

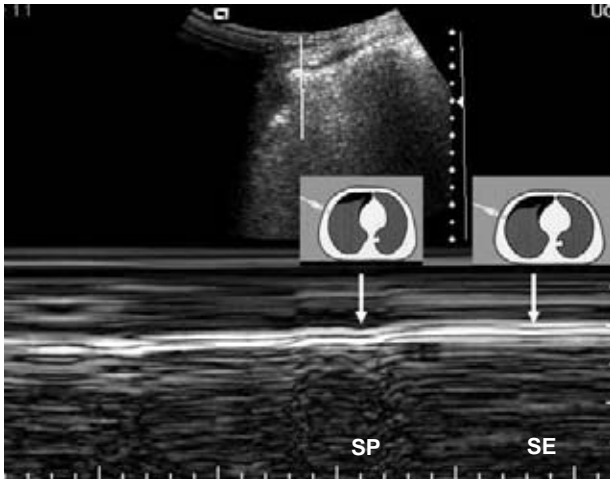


Figura 3. Signo del «Punto pulmonar», caracterizado por alternancia en el Modo M del «Signo de la playa» (SP) durante la inspiración y el «Signo de la estratosfera» (SE) durante la espiración, ver recuadro. Línea pleural (flechas).

- Las Líneas A son parte del patrón ultrasonográfico normal, pero también se pueden observar en el neumotórax. Las líneas A se generan por la barrera estática que impone el aire al haz ultrasónico. La presencia de líneas A en neumotórax se denomina «**Signo de la línea A**».²²
- Otro signo ultrasonográfico que se presenta en neumotórax son las «**Líneas O**», (**Líneas no**

A/B) que se caracterizan por la presencia de línea pleural que no tiene movimiento y ausencia de líneas A y B. En estos casos el movimiento del transductor puede mostrar algunas líneas A.²²

- En algunos casos se pueden presentar las «**Líneas Z**», que tienen las siguientes características: se originan de la línea pleural, verticales, no borran las líneas A, bien definidas, de 2 a 5 cm de longitud, independientes del desplazamiento pleural.
- La presencia de líneas B (**Colas de Cometa**) descarta el diagnóstico de neumotórax debido a que éste condiciona pérdida de la impedancia acústica entre el aire y el agua de los septos interlobulares subpleurales. Por este motivo ante la sospecha de neumotórax el operador deberá de ser muy cauteloso en su detección.²³

La USGP tiene una sensibilidad de 100%, especificidad de 91% y valor predictivo positivo de 87% para el diagnóstico de neumotórax. El signo de la línea A tiene una sensibilidad y valor predictivo negativo de 100%, especificidad de 60% y valor predictivo positivo de 42%. El signo del punto pulmonar tiene una sensibilidad de 66% con especificidad de 100%. La ausencia de líneas B tiene una sensibilidad y especificidad de 97% para el diagnóstico de neumotórax. A diferencia de estos resultados, la radiografía simple de tórax obtenida en la cama del enfermo tiene una sensibilidad de 36%. La USGP se está posicionando como una excelente alternativa para el diagnóstico de neumotórax en el enfermo grave, en los Servicios de Urgencias y aun durante el traslado de los enfermos debido a que detecta neumotórax pequeños e incipientes que no se pueden diagnosticar con la clínica y la placa simple de tórax, pero hay que tomar en cuenta que los neumotórax apicales, mediastinales y posteriores son más difíciles de visualizar por su localización anatómica.^{24,25}

Derrame pleural

La imagen ultrasonográfica del derrame pleural se caracteriza por pérdida del movimiento pleural, nivel hidroaéreo, en el que característicamente se presenta una imagen anecoica que delimita el pulmón colapsado por el efecto del líquido acumulado en la cavidad pleural, el cual sigue el efecto de la gravedad y de los movimientos respiratorios y que determina la imagen del **Signo de la Cortina (Curtain sign, en inglés)** que se presenta tanto en el tiempo real como en el modo M (figura 4).²⁶

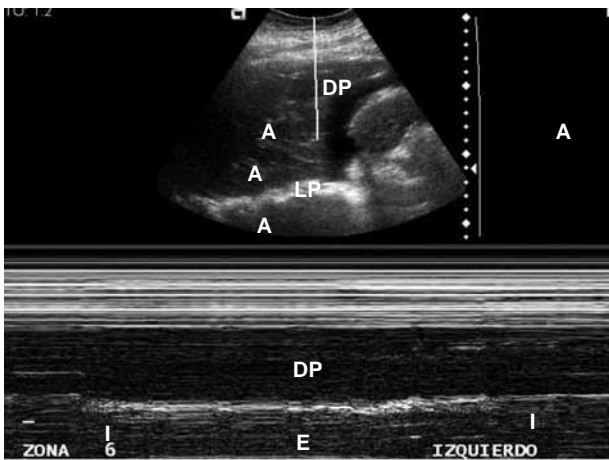


Figura 4. Imagen ultrasonográfica característica de derrame pleural. Imagen superior: Derrame pleural (DP), imagen hipoecoica que desplaza la línea pleural (LP) y colapsa el parénquima pulmonar. Imagen Inferior: Signo de la Cortina en donde se observa en Modo M desplazamiento pleural con los movimientos respiratorios condicionado por el derrame pleural (DP). I: Inspiración, E: Espiración.

Síndrome alveolo-intersticial

En la medicina intensiva se presenta un gran número de entidades caracterizadas por cursar con involucro alveolo-intersticial, dentro de las que destacan el síndrome de insuficiencia respiratoria del adulto (SIRA), neumonías, edema pulmonar y enfermedades intersticiales. El patrón ultrasonográfico de éstas está bien definido y se denomina en términos generales síndrome alveolo intersticial que se caracteriza por:^{27,28}

- Pérdida del movimiento pleural.
- Pérdida de la línea pleural en condensación pulmonar.
- La imagen ultrasonográfica característica es la presencia de múltiples líneas B, habitualmente más de tres por campo, a las que se les denomina **Cuetes (rockets, en inglés)**. La distancia entre cada una de éstas es de 5 a 7 mm. Cuando son muy delgadas se les denomina líneas Láser. (figura 5)
- Las Líneas B y el patrón que adoptan se debe a la marcada diferencia en la impedancia acústica entre el aire y el agua por el engrosamiento de los septos interlobulares por edema o fibrosis. El número de líneas B es directamente proporcional al involucro alveolo-intersticial.

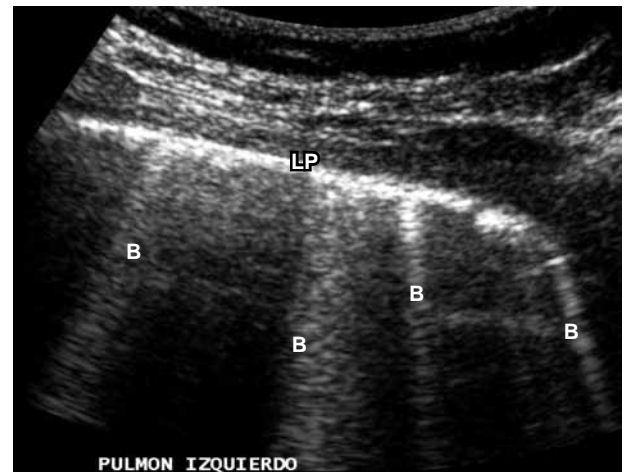


Figura 5. Imagen ultrasonográfica de compromiso alvéolo-intersticial. Nótese la abundancia de «Líneas B» (B) que se originan de la «Línea pleural» (LP) y borran las «Líneas A».

- Las colas de cometa son más frecuentes cuando la lesión intersticial es por fibrosis.

Síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA)

La evaluación habitual en la UTI de los enfermos con SIRA es con radiografía de tórax pero ésta tiene grandes limitaciones para la valoración integral del involucro pulmonar, por lo que la TAC se ha posicionado como el estándar de oro para la evaluación de la extensión de la enfermedad, la proporción de colapso o condensación alveolar en relación al pulmón sano y de la efectividad de las maniobras de reclutamiento alveolar. Su principal limitación en el paciente grave es la necesidad de traslado del enfermo al Servicio de Imagenología, lo que limita su aplicación en la práctica clínica cotidiana.²⁹⁻³²

La USG pulmonar se ha posicionado como una excelente herramienta para el seguimiento de los enfermos con SIRA, ya que permite la identificación de consolidación y condensación alveolar, involucro intersticial y derrame pleural, por lo que es recomendable su inclusión en la práctica cotidiana como parte de la valoración y seguimiento integral de estos enfermos.³³

En los enfermos con SIRA la imagen ultrasonográfica se caracteriza por un patrón de síndrome alveolo-intersticial, colapso y derrame pleural (figura 6). Por otra parte, podría ser de gran utilidad para la evaluación del porcentaje de pulmón colapsado en las regio-

nes basales y dependientes, que son las más afectadas en el SIRA, usando la vía transesofágica, además de poder evaluar la efectividad de las maniobras de reclutamiento alveolar a la cabecera del enfermo.^{34,35}

Lichtenstein³⁶ comparó la sensibilidad y especificidad de la radiografía simple de tórax y el USP para el diagnóstico de las enfermedades pleuropulmonares en el enfermo grave, concluyendo que el USP tiene una mejor sensibilidad y especificidad que la radiología simple, además de ser costo-efectivo y no exponer a los enfermos al riesgo de la radiación (*cuadro I*).



Figura 6. Imagen ultrasonográfica del síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA) en donde se observan múltiples «Líneas B» (B) que emergen de la «Línea pleural» (LP), derrame pleural (DP) y colapso pulmonar (CP).

Cuadro I. Sensibilidad y especificidad de la USP y la radiografía simple de tórax para el diagnóstico de diferentes entidades pleuropulmonares en la UTI.

Estudio	Sensibilidad %	Especificidad %
Ultrasonido		
Derrame pleural	94	97
Consolidación alveolar	90	98
Síndrome intersticial	93	93
Neumotórax	100	96
Neumotórax oculto	80	100
Radiografía de tórax		
Derrame pleural	39	85
Consolidación alveolar	68	95
Síndrome intersticial	60	100
Neumotórax	70	95

CONCLUSIÓN

En base a nuestra experiencia y a la evidencia científica podemos concluir que la ultrasonografía pulmonar en el enfermo grave internado en la UTI es un procedimiento no invasivo, costo-efectivo, de excelente sensibilidad y especificidad, accesible en cualquier hospital, que no expone al enfermo al riesgo de la radiación y que requiere de una sencilla curva de aprendizaje, por lo que de seguro se posicionará como una excelente herramienta para el abordaje diagnóstico integral y el seguimiento cotidiano del enfermo grave.

BIBLIOGRAFÍA

- Scalea TM, Rodríguez A, Chic WC. Consensus Conference Committee. Focused assessment with sonography for trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999;46:466-480.
- Dubs-Kunz B. Sonography of the chest wall. *Eur J Ultrasound* 1996;3:103-111.
- Mathis G. Thorax sonography: Part I. Chest wall and pleura. *Ultrasound Med Biol* 1997;23:1131-1139.
- Rantanen NW. Diseases of the Thorax. *Vet Clin North Am* 1986;2:49-66.
- Wernecke K, Galanski M, Peters PE, Hansen J. Pneumothorax: evaluation by ultrasound preliminary results. *J Thorac Imag* 1987;2:76-78.
- Lichtenstein D. General ultrasound in the critically ill. 2nd ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag 2005:55-75.
- Soldati G, Testa A, Silva F, Carbone L, Portale G, Silveri N. Chest Ultrasonography in Lung Contusion. *Chest* 2006;130:533-538.
- Soldati G. Lung sonography: artifact, movement or echotexture. *G Ital Ecografia* 2001;4:329-338.
- Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1640-1646.
- Lichtenstein D, Meziere G: Ultrasound diagnosis of an acute dyspnea. *Crit Care* 2003;7:93-97.
- Kollef MH. Risk factors for the misdiagnosis of pneumothorax in the intensive care unit 1991;19:906-910.
- Chiles C, Ravin CE. Radiographic recognition of pneumothorax in the Intensive Care Unit. *Crit Care Med* 1986;14:677-680.
- Hill SL, Edmisten T, Holtzman G. The occult pneumothorax: an increasing diagnostic entity in trauma. *Am Surg* 1999;65:254-258.
- Gobien RP, Reines HD, Schabel SI. Localized tension pneumothorax: unrecognized form of barotrauma in ARDS. *Radiology* 1982;142:15-19.
- Wernecke K, Galanski M, Peters PE, Hansen J. Pneumothorax: evaluation by ultrasound. Preliminary results. *J Thorac Imaging* 1987;2:79-82.
- Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D. Traumatic pneumothorax. Detection with thoracic US: Correlation with chest radiography and CT. *Radiology* 2002;225:210-214.
- Kirkpatrick AW, Ng AK, Dulchavsky SA. Sonographic diagnosis of a pneumothorax inapparent on plain radiography: confirmation by CT. *J Trauma* 2001;50:750-752.

18. Zhang M, Liu HZ, Yang XJ, Gan JX, Xu WS, You DX, Jiang YG. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care* 2006;10:112-117.
19. Lichtenstein DA, Meziere G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005;33:1231-1237.
20. Lichtenstein DA, Menu Y. A Bedside Ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung Sliding. *Chest* 1995;108:1345-1348.
21. Targheta R, Bourgeois JM, Balmes P: Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. *Chest* 1992;101:931-934.
22. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 2000;26:1434-1440.
23. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999;25:383-388.
24. Tocino IM, Miller MH, Fairfax WR. Distribution of pneumothorax in the supine and semirecumbent critically ill adult. *AJR* 1985;144:901-905.
25. Lichtenstein DA, Courret JP. Feasibility of ultrasound in the helicopter. *Intensive Care Med* 1998;24:1119.
26. Yang PC, Luh DB, Chang CJ, Yu SH, Kuo D. Ultrasonographic evaluation of pulmonary consolidation. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:757-762.
27. Targhetta R, Chavagneux R, Bourgeois JM, Dauzat M, Balmes P, Pourcelot L. Sonographic approach to diagnosing pulmonary consolidation. *J Ultrasound Med* 1992;11:667-672.
28. Wheeler AP, Carroll FE, Bernard GR. Radiographic issues in adult respiratory distress syndrome. *New Horiz* 1993;1:471-477.
29. Puybasset L, Cluzel P, Gusman P, Grenier P, Preteux F, Rouby JJ. CT Scan ARDS Study Group: Regional distribution of gas and tissue in acute respiratory distress syndrome: Consequences on lung morphology. *Intensive Care Med* 2000;26:857-869.
30. Rouby JJ, Puybasset L, Nieszkowska A, Lu Q. Acute respiratory distress syndrome: Lessons from computed tomography of the whole lung. *Crit Care Med* 2003;31:285-295.
31. Henschke CI, Yankelevitz DF, Wand A, Davis SD, Shiau M. Accuracy and efficacy of chest radiography in the intensive care unit. *Radiol Clin North Am* 1996;34:21-31.
32. Lichtenstein DA, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004;100:9-15.
33. Tsubo T, Sakai I, Suzuki A, Okawa H, Ishihara H, Matsuki A. Density detection in dependent left lung region using transthoracic echocardiography. *Anesthesiology* 2001;94:793-798.
34. Puybasset L, Cluzel P, Chao N, Slutsky AS, Coriat P, Rouby JJ. A computed tomography scan assessment of regional lung volume in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1644-1655.
36. Lichtenstein AD. Ultrasound examination of the lung in the intensive care unit. *Pediatr Crit Care* 2009;10:693-698.

Correspondencia:
Dr. Raúl Carrillo Esper.
Servicio de Terapia Intensiva.
Fundación Clínica Médica Sur.
seconcapcma@mail.medinet.net.mx