

# Principios básicos de ecografía pulmonar en neonatología

## *Basic notions of lung ultrasound in neonatology*

Silvia Fernández Jonusas<sup>a</sup> , Carolina M. Cribioli<sup>a</sup> , Alejandra S. De Gregorio<sup>a</sup> ,  
Carolina Giudice<sup>a</sup> , Gonzalo Mariani<sup>a</sup> , Cecilia M Acosta<sup>b</sup> 

### RESUMEN

La ecografía pulmonar (EP) ha ganado terreno en el diagnóstico de la mayoría de las patologías respiratorias presentes desde el nacimiento. Es altamente sensible a las variaciones del contenido de aire y fluidos pulmonares, y constituye un verdadero densitómetro del parénquima pulmonar con una sensibilidad superior a la de los estudios radiológicos. Es no invasiva, rápida, fácil de realizar junto a la cama del paciente y, a diferencia de la radiología convencional, no presenta riesgos de radiación. Además, nos proporciona información dinámica en tiempo real en una variedad de entornos neonatales y, al igual que las evaluaciones del corazón y el cerebro, puede ser realizada por el neonatólogo. El objetivo de esta publicación es mostrar los principales artefactos e imágenes que se pueden encontrar en la EP neonatal, así como los diferentes patrones de aireación, y destacar su utilidad en el estudio de los trastornos respiratorios más frecuentes del neonato.

**Palabras clave:** pulmón, diagnóstico por imágenes, recién nacido, trastornos respiratorios.

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2022.e246>

Texto completo en inglés:

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2022.eng.e246>

**Cómo citar:** Fernández Jonusas S, Cribioli CM, De Gregorio AS, Giudice C, et al. Principios básicos de ecografía pulmonar en neonatología. *Arch Argent Pediatr* 2022;120(6):e246-e254.

- a. Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- b. Hospital Privado de la Comunidad, Mar del Plata, Argentina.

### Correspondencia:

Silvia Fernández Jonusas:  
silvia.fernandez@hiba.org.ar

### Financiamiento:

Ninguno.

### Conflicto de intereses:

Ninguno que declarar.

Recibido: 12-1-2022

Aceptado: 19-5-2022

### INTRODUCCIÓN

La ecografía pulmonar (EP) ha ganado consenso como una herramienta segura para el diagnóstico de diferentes patologías pulmonares del recién nacido (RN). La Sociedad Europea de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales (ESPNIC) publicó recientemente las guías en ultrasonido en el lugar de atención (*Point of Care Ultrasound*), en las que se destaca la utilidad de la EP para el diagnóstico de las principales patologías respiratorias en el neonato y paciente pediátrico.<sup>1</sup>

La curva de aprendizaje para realizar EP es rápida y menos exigente que para realizar ecografía en otros órganos; sin embargo, es necesario un entrenamiento supervisado y riguroso para evitar errores diagnósticos. La implementación de la EP para el diagnóstico y seguimiento de las diferentes patologías neonatales posee un beneficio adicional y relevante en esta población, en la cual existe un riesgo incrementado a la inducción de cáncer cuando se los expone a la radiación, en comparación con la población adulta.<sup>2</sup> En los últimos años, la auscultación pulmonar está siendo reemplazada por la visualización del pulmón, de manera que la EP se considera el “estetoscopio del nuevo milenio”.<sup>3</sup>

Esta revisión tiene como objetivo describir los principios básicos de la EP para la obtención de imágenes y su aplicación en el diagnóstico diferencial de patologías respiratorias neonatales.

### METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La sonda lineal de alta frecuencia (6 a 13 MHz) es de elección para la exploración sonográfica del tórax

(debido a las dimensiones de la caja torácica del neonato), lo cual permite obtener una imagen con elevada resolución. Proponemos utilizar un seteo de la imagen con una profundidad de 3-4 cm y colocar el foco a nivel de la línea pleural.

El examen sonográfico del pulmón en el neonato se realiza dividiendo cada hemitórax en áreas anterior, lateral y posterior, trazando las siguientes líneas: paraesternal, axilar anterior, axilar posterior y paravertebral.<sup>4</sup> Brat y cols., describieron tres áreas de estudio en cada hemitórax: anterior-superior, anterior-inferior y lateral para predecir la necesidad de surfactante en RN<sup>5</sup> (Figura 1). Se aconseja utilizar gel ecográfico entibiado para mayor confort del neonato. Dado que las imágenes que se obtienen (por las características anatómicas del pulmón) serán ecográficamente indiferenciadas, es importante consignar la zona explorada y el decúbito del paciente.

### Principales modos ecográficos

- Modo bidimensional (B): empleado más frecuentemente; permite identificar los signos dinámicos y diagnosticar las principales patologías pulmonares.
- Modo M: consiste en el análisis de un punto a través del tiempo.
- Doppler color: identifica el flujo sanguíneo en consolidaciones.

### ESTUDIO SONOGRÁFICO DEL TÓRAX

Lichtenstein basó el estudio sonográfico del tórax en siete principios básicos:<sup>6</sup>

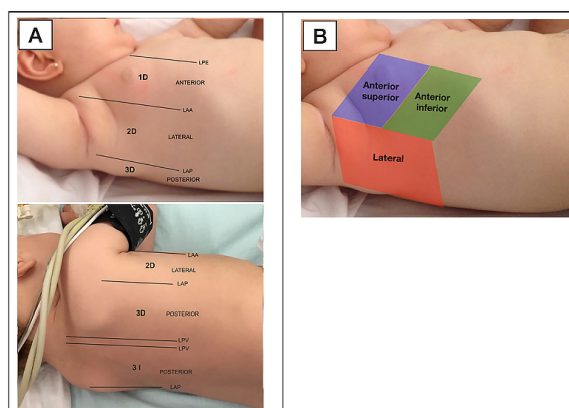
1. La EP requiere de un ecógrafo con modo B y transductor lineal de alta frecuencia.

2. Los principales artefactos aparecen por la mezcla aire-líquido dentro del tórax, por ende, la posición del paciente debe ser especificada para la interpretación de estos.
3. Es importante estandarizar los puntos de análisis.
4. Todos los signos nacen desde la línea pleural que aparece por debajo de las líneas hiperecoicas que representan las corticales de las costillas.
5. La EP pulmonar se basa principalmente en artefactos (habitualmente considerados indeseables, acá son útiles).
6. La mayoría de los signos son dinámicos.
7. Casi todos los trastornos agudos del tórax se presentan en contacto con la superficie. Esto explica el potencial de la EP.

Al colocar el transductor ecográfico sobre la pared torácica, se obtienen imágenes que resultan de la interacción del haz ultrasónico con la pleura y el parénquima pulmonar, lo cual genera artefactos horizontales y verticales de diferente ecogenicidad. La marcada diferencia en la impedancia acústica existente entre los tejidos blandos de la pared torácica y el parénquima pulmonar normalmente aireado impide la formación de una imagen real y determina la aparición de artefactos, ocasionados por la reflexión de la pared torácica sobre la línea pleural.<sup>6,7</sup>

Las líneas A son los principales artefactos horizontales (caracterizados por ser líneas hiperecoicas) que se repiten y aparecen dispuestas a una distancia equidistante idéntica a la distancia existente entre la piel y la pleura. Constituyen un artefacto que está dado por la reverberación del sonido sobre la superficie pleural. De esta manera,

FIGURA 1. A: áreas de examinación en neonatos y lactantes: anterior, lateral y posterior, divididas por las líneas paraesternal (LPE), axilar anterior (LAA), axilar posterior (LAP) y paravertebral (LPV) en ambos hemitórax. En niños mayores, dichas áreas se subdividen en superior e inferior; B: áreas anterior-superior, anterior-inferior y lateral en cada hemitórax



la pleura actúa como el “espejo del pulmón”.<sup>8</sup>

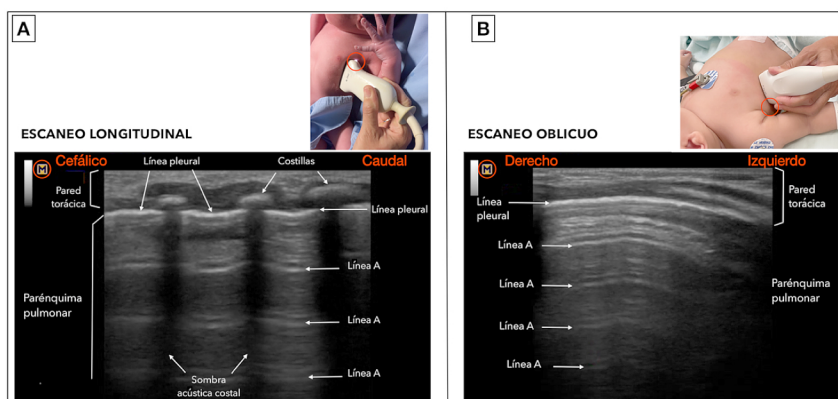
El examen debe iniciarse colocando la sonda en posición longitudinal con el *notch* (referencia del transductor) orientado en dirección cefálica para obtener una imagen en la cual las estructuras más cefálicas estarán a la izquierda de la pantalla. En la pared torácica se observarán líneas hiperecoicas que corresponden a las corticales de las costillas; por debajo aparecerá otra línea hiperecoica que representa la pleura parietal y visceral. En neonatos, debido a que las costillas son mayormente cartilagosas, es posible visualizar la línea pleural hiperecoica por debajo de las sombras acústicas costales. Durante el ciclo respiratorio, en condiciones normales, la pleura presenta un movimiento que se observa utilizando el modo B, denominado el signo del deslizamiento pulmonar (*lung sliding*) en ambos hemitórax, el cual indica el deslizamiento de la pleura parietal sobre la visceral. Por debajo de la línea pleural, se observa la presencia de líneas A, artefactos horizontales hiperecoicos. Si aplicamos el modo M, se distinguen dos zonas que configuran el signo de la playa (*seashore sign*): la parte superior corresponde a la pared torácica formada por líneas horizontales paralelas y la inferior, desde la pleura (de aspecto granulado como arena de playa), representa el parénquima pulmonar aireado.<sup>6,7</sup> Posteriormente, rotamos la sonda hasta posicionarla paralela a dos costillas, en posición oblicua, de modo que obtendremos una imagen completa de la línea pleural y el parénquima pulmonar, sin visualizar las sombras acústicas costales (*Figura 2*).<sup>7,8</sup> Cuando existe intubación endobronquial, se observa ausencia de

deslizamiento pulmonar y aparición del signo del pulso pulmonar en ese hemitórax, generado por la transmisión del latido cardíaco en el pulmón atelectasiado.

Al disminuir el contenido de aire en el parénquima pulmonar e incrementarse la cantidad de fluidos o el depósito de células en los septos interlobulares y el intersticio, aparecen artefactos verticales de reverberación llamados líneas B (*Figura 3*).<sup>6,7,9</sup> Estas líneas constituyen el signo sonográfico de la pérdida de aireación pulmonar, caracterizadas por ser verticales, hiperecoicas y bien definidas. Se originan en la línea pleural y se dirigen hasta el límite inferior de la imagen, borran las líneas A y poseen un movimiento sincrónico con el desplazamiento pleural.<sup>1</sup> Se considera patológico cuando encontramos tres o más líneas B en un escaneo longitudinal. Pueden estar presentes en diferentes patologías, como enfermedades cardíacas congénitas, insuficiencia cardíaca, neumonía, atelectasias y enfermedades pulmonares neonatales.<sup>7,9</sup> Sin embargo, las líneas B aisladas o no confluentes pueden estar presentes en RN sanos en las primeras horas de vida durante el período transicional.<sup>4</sup>

Por el contrario, cuando la pérdida de aireación es completa, desaparece la diferencia de impedancia acústica entre ambos tejidos, de modo que se genera una imagen real con elevada resolución que identifica la consolidación pulmonar (*Figura 3*). La EP actúa de esta manera como un verdadero densitómetro del parénquima pulmonar; a medida que disminuye su aireación, incrementa su densidad y la imagen artefactual se convierte en una imagen real.<sup>7</sup>

FIGURA 2. Imágenes obtenidas con sonda lineal A: escaneo longitudinal donde se observa pared torácica, costillas, línea pleural y líneas A; B: escaneo oblicuo: posicionando la sonda en el espacio intercostal entre la costilla superior e inferior. El círculo rojo indica la posición del notch en el escaneo



## PATRONES SONOGRÁFICOS EN LAS DIFERENTES PATOLOGÍAS RESPIRATORIAS DEL NEONATO

### Neumotórax

El neumotórax es la presencia de aire en la cavidad pleural. Puede aparecer en RN con dificultad respiratoria y es potencialmente mortal. La EP posee mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico temprano de neumotórax en neonatos –comparada con la radiografía de tórax (RXT)<sup>9,10</sup>– lo cual permite además realizar el diagnóstico de manera más rápida que la RXT (5,3 minutos versus 11,7 minutos [ $p < 0,001$ ] respectivamente) con una sensibilidad

y especificidad del 100 %.<sup>11</sup>

Para el diagnóstico, el examen debe iniciarse con el paciente en posición supina, comenzando por las áreas torácicas anteriores (con la sonda en posición longitudinal) reconociendo en modo B la cortical de las costillas, por debajo la línea pleural y descartando los tres signos con elevado valor predictivo negativo: presencia de deslizamiento pulmonar, presencia del signo del pulso (movimiento sincrónico de la línea pleural con el latido cardíaco del paciente) y presencia de líneas B, debido a que dichas líneas surgen de la pleura visceral.<sup>7</sup> Posteriormente, desplazando la sonda hacia el lateral, se visualiza el signo

FIGURA 3. A: líneas B. Patrón histológico que evidencia engrosamiento de septos alveolares y su correlación sonográfica representada por artefactos verticales denominados líneas B (\*). B: consolidación pulmonar, se observa área subpleural hipoeoica con ecotextura similar al hígado, broncogramas aéreos hiperecoicos

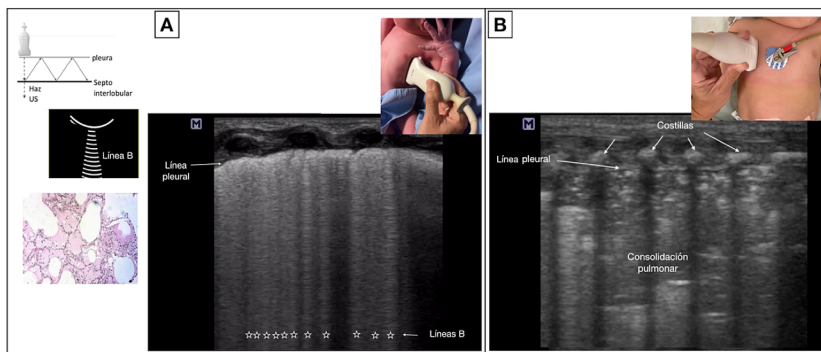
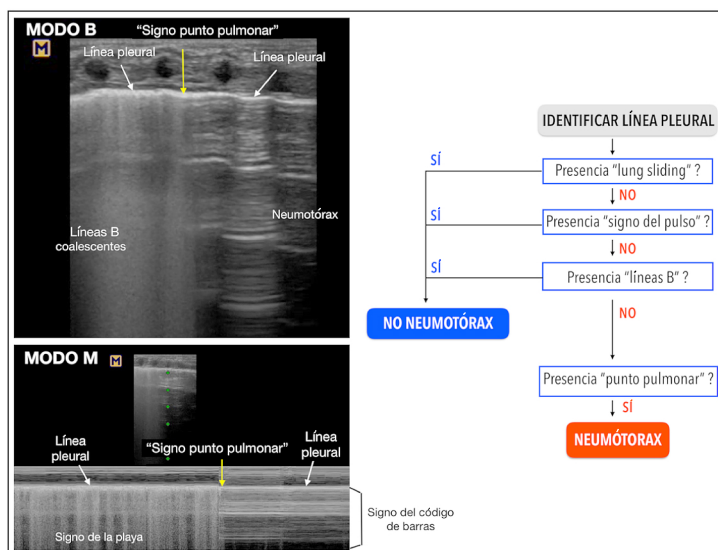


FIGURA 4. Algoritmo propuesto para el diagnóstico ecográfico de neumotórax. Escaneo en modo B se observa signo del punto pulmonar. En la parte inferior, imagen en modo M evidencia el signo del código de barras y el punto pulmonar



de punto pulmonar que indica la extensión del neumotórax que corresponde a la transición entre la zona de parénquima pulmonar –donde la pleura visceral está en contacto con la pleura parietal (presencia de deslizamiento pulmonar)– y la zona donde la pleura visceral se ha retraído debido a la presencia de aire entre dicha pleura y la pleura parietal (ausencia de deslizamiento pulmonar).<sup>4,6,7</sup> El modo M evidencia la ausencia del signo de la playa (aspecto granulado que representa el pulmón) y la aparición del signo del código de barras o signo de la estratosfera, el cual se observa como líneas paralelas, debido a la presencia de aire entre ambas pleuras (Figura 4).<sup>6</sup>

### Derrame pleural

La EP no solo permite realizar el diagnóstico de derrame pleural, detectando aún pequeñas cantidades de líquido (5-20 ml) con elevada sensibilidad y especificidad,<sup>6</sup> sino también monitorizar su evolución, estimar el volumen y determinar el área donde realizar la toracocentesis ecoguiada, para así disminuir complicaciones asociadas.<sup>6,7</sup> Posee mayor certeza para realizar el diagnóstico diferencial entre consolidación y derrame ante opacidades detectadas en RXT.<sup>7</sup>

El líquido se puede visualizar como una imagen anecoica entre la pleura parietal y la visceral; su ecogenicidad difiere de acuerdo a las características del derrame, de tal manera que en el trasudado se observa una imagen anecoica mientras que el exudado podrá ser anecoico o difusamente ecogénico con ecos internos. La presencia de septos de fibrina en derrames tabicados, característicos de neumonía bacteriana,

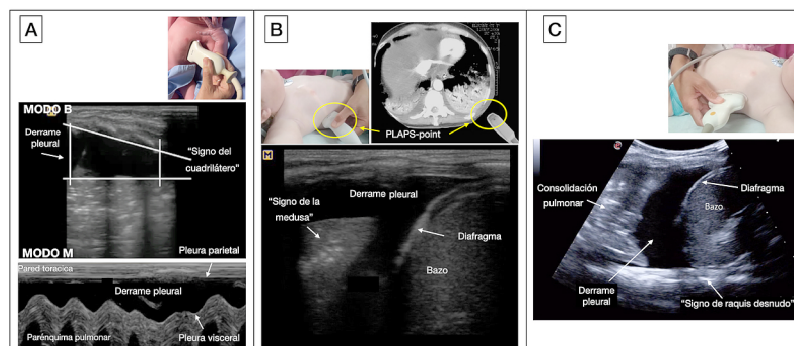
se visualizan con elevada resolución, tanto con EP como con tomografía de tórax.

Podemos examinar el derrame pleural utilizando sonda lineal, o *convex* cuando existen derrames extensos, colocando la sonda en el seno costodiafragmático (Figura 5). Lichtenstein propone en su protocolo BLUE (*Bedside Lung Ultrasound in Emergency*) un punto estandarizado para buscar el derrame pleural llamado punto postero-lateral síndrome pleural y/o alveolar (PLAPS *point*),<sup>6</sup> limitado por dos líneas: una horizontal que se traza a nivel de la mamila y que se continúa posteriormente hasta la intersección con una línea vertical, que se corresponde con la línea axilar posterior. En este punto es posible detectar derrames pleurales y consolidaciones en el 90 % de los pacientes críticos.<sup>6</sup>

### Signos sonográficos

1. Presencia de líquido anecoico /hipoecoico entre pleura parietal y visceral.
2. Signo del cuadrilátero: signo estático que aparece cuando se coloca la sonda lineal sobre el tórax en sentido longitudinal, donde la pleura parietal forma el borde superior; la sombra acústica de ambas costillas, delimitan los bordes laterales y el borde inferior está formado por una línea regular denominada línea pulmonar que representa la pleura visceral.
3. Signo del sinusoide: utilizando modo M, se observa el movimiento de aproximación y alejamiento de la pleura parietal y visceral durante el ciclo respiratorio.<sup>6</sup>
4. Signo de la medusa: movimiento ondulante

FIGURA 5. A: Escaneo con sonda lineal, derrame pleural en modo B: signo del cuadrilátero. En parte inferior, con modo M se observa signo del sinusoide. B: Imagen obtenida con sonda lineal en el punto postero-lateral síndrome pleural y/o alveolar (PLAPS-point) descrito por Lichtenstein,<sup>6</sup> a nivel del seno costodiafragmático, se observa extenso derrame pleural en neonato asociado a atelectasia compresiva: signo de la medusa. C: Escaneo con sonda convex, a nivel del seno costodiafragmático, se observa derrame pleural, atelectasia compresiva y presencia del signo del raquis desnudo



del pulmón consolidado rodeado por el derrame.<sup>6</sup>

5. Signo del raquis desnudo: a nivel del seno costodiafragmático, el líquido del derrame pleural permite visualizar la columna vertebral torácica.

### Consolidaciones pulmonares

Las consolidaciones aparecen cuando ocurre una pérdida completa de la aireación pulmonar. Pueden ser translobar –cuando se observa un área con ecogenicidad similar a la del hígado y presentan un límite regular– o no translobar (más frecuentes) como un área hipoeoica subpleural con un borde irregular denominado signo del borde fragmentado.<sup>6</sup> Al ser una técnica de superficie, la EP solo detecta consolidaciones que contactan con la superficie pleural.<sup>7,8</sup>

Signos sonográficos asociados a las consolidaciones:<sup>7</sup>

1. Imagen hipoeoica subpleural o ecotextura similar al hígado (patrón tisular).
2. Borde irregular, en forma de cuña o bordes romos.
3. Líneas B que se originan de consolidaciones subpleurales.
4. Broncogramas aéreos estáticos, dinámicos y fluidos. Los broncogramas aéreos se evidencian como estructuras tubulares hiperecoicas o lenticulares dependiendo de si se realiza una sección longitudinal o transversa del bronquio. Los broncogramas aéreos dinámicos altamente sugestivos de neumonía se visualizan como estructuras hiperecoicas que se movilizan con la inspiración, mientras que los estáticos son característicos de las atelectasias.
5. Patrón vascular dentro de la consolidación (visualizado con Doppler color) indica el *shunt* existente en el parénquima pulmonar consolidado.

Es mandatorio identificar el diafragma para realizar el correcto diagnóstico de consolidaciones pulmonares. Se pueden observar diferentes tipos de consolidaciones: neumonía, atelectasias obstructivas, compresivas, atelectasias inducidas por anestesia general (frecuentes especialmente en neonatos y lactantes) contusión pulmonar, tumores y embolismo pulmonar. El diagnóstico etiológico se establece contextualizando el hallazgo sonográfico con la clínica del paciente y otros métodos diagnósticos (Figura 6).

En pacientes en ventilación mecánica, la EP posee mayor certeza diagnóstica en detectar consolidaciones que la RXT.<sup>7</sup> Un estudio realizado en neonatos reportó una sensibilidad del 100 % para la EP en el diagnóstico de atelectasias, mientras que la sensibilidad de la RXT fue del 75 %.<sup>12</sup>

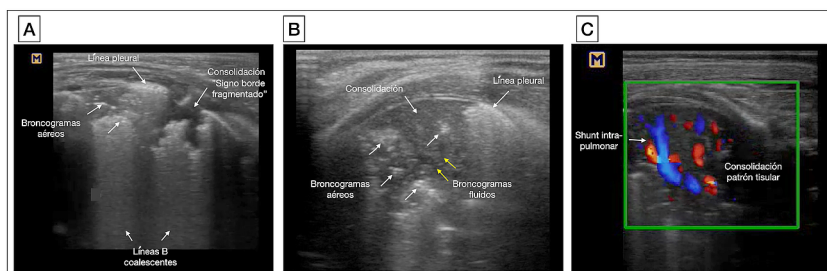
### Síndrome intersticial

Las líneas B pueden estar presentes en enfermedades pulmonares neonatales como la displasia broncopulmonar, síndrome de aspiración meconial, taquipnea transitoria del neonato y síndrome de dificultad respiratoria (SDR). Dependiendo de la patología, pueden estar presentes en un hemitórax o en ambos.

#### Taquipnea transitoria del recién nacido

La taquipnea transitoria neonatal (TTN) se caracteriza por un retraso en el aclaramiento del líquido pulmonar. Copetti y Cattarossi describieron un signo sonográfico denominado doble punto pulmonar como signo patognomónico de la TTN (con una sensibilidad y especificidad del 100 %),<sup>13</sup> caracterizado por presentar un patrón de líneas A en áreas superiores del tórax y líneas B coalescentes en áreas basales. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que dicho signo está presente solo en

FIGURA 6. Imágenes de consolidación pulmonar. A: consolidaciones subpleurales, se observa el signo del borde fragmentado. B: consolidación neumónica en neonato, presencia de broncogramas aéreos (flechas blancas) y fluidos (flecha amarilla). C: con Doppler color, se observa shunt en el parénquima pulmonar consolidado



el 38,4 % de los casos en las primeras 24 horas de vida.<sup>14</sup> Dentro de los signos sonográficos típicos de la TTN, podemos mencionar la presencia de la línea pleural frecuentemente normal o engrosada, doble punto pulmonar (no constituye un criterio esencial) y líneas B numerosas no coalescentes en uno o ambos pulmones (Figura 7).

*Síndrome de aspiración meconial*

Enfermedad pulmonar debida a la aspiración de meconio. El patrón sonográfico se caracteriza

por presentar consolidaciones subpleurales, líneas B coalescentes y consolidaciones con broncogramas aéreos, con bordes irregulares que alternan con áreas respetadas, con distribución diferente en ambos pulmones.<sup>15</sup>

*Síndrome de dificultad respiratoria*

Es una de las enfermedades respiratorias neonatales más frecuentes. Los hallazgos sonográficos típicos son la presencia de irregularidad pleural con consolidaciones

FIGURA 7. A: RXT y EP de RN con TTN. A la izquierda se observa signo del doble punto pulmonar caracterizado por presencia de líneas A en regiones superiores y líneas B coalescentes en áreas inferiores. A la derecha, escaneo con numerosas líneas B, no coalescentes. B: RXT y EP de RN pretérmino con SDR. EP evidencia a la izquierda patrón de líneas B coalescentes con apariencia de "pulmón blanco" asociadas a consolidaciones subpleurales, a la derecha consolidación extensa con broncogramas aéreos

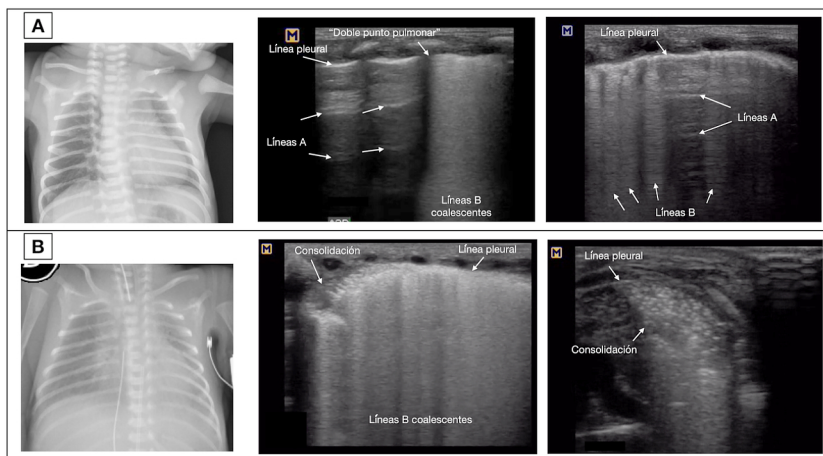
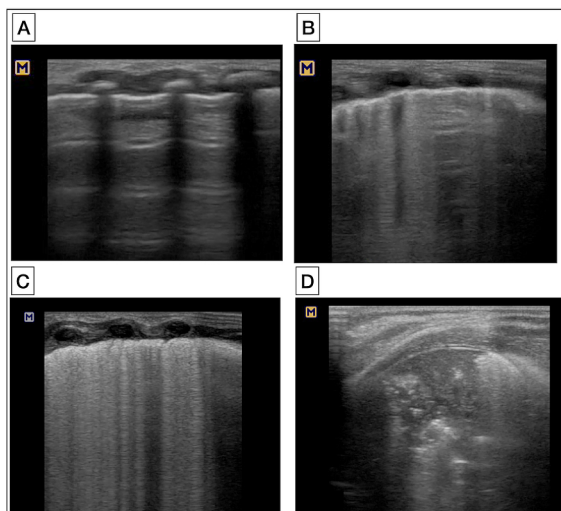


FIGURA 8. Imágenes obtenidas con sonda lineal. Patrones de aireación pulmonar. A: puntaje = 0 aireación normal; B: puntaje = 1 pérdida de aireación moderada; C: puntaje = 2 pérdida de aireación grave; D: puntaje = 3 pérdida de aireación completa



subpleurales, líneas B coalescentes con apariencia de “pulmón blanco”, compromiso bilateral y ausencia de áreas respetadas (Figura 7). Numerosos estudios han destacado la utilidad de la EP en el diagnóstico y seguimiento de neonatos con SDR. En una reciente revisión, Corsini reportó una sensibilidad del 96,7 % y una especificidad del 100 % de la EP para el diagnóstico de SDR en RN, de modo que se encontró una concordancia del 96,7 %, si se considera la RXT como estándar de oro.<sup>4</sup>

### APLICACIÓN CLÍNICA

La EP permite realizar una evaluación semicuantitativa de la aireación pulmonar utilizando el puntaje de aireación descrito previamente en adultos.<sup>7,16</sup> Se debe examinar cada hemitórax dividiéndolo en tres regiones (anterior, lateral y posterior) o siguiendo las áreas de escaneo descritas por Brat,<sup>4</sup> según señalamos en la figura 1. En cada una de estas regiones, se deberá identificar alguno de los siguientes patrones sonográficos para establecer el puntaje final (Figura 8):<sup>4,7,16</sup>

1. *Pulmón normalmente aireado* (puntaje aireación = 0): Presencia de líneas A, deslizamiento pulmonar bilateral.
2. *Pérdida moderada de la aireación pulmonar* (puntaje aireación = 1): aparición de líneas B, 3 o más líneas B que ocupen menos del 50 % del área de escaneo.
3. *Pérdida grave de la aireación pulmonar* (puntaje aireación = 2): presencia de líneas B coalescentes que ocupen más del 50 % del área de escaneo, “pulmón blanco”. Pueden asociarse a línea pleural irregular y consolidaciones subpleurales pequeñas.
4. *Pérdida completa de la aireación* (puntaje aireación = 3): consolidación pulmonar.

Recientemente, Raimondi ha definido la EP como una “herramienta funcional”, ya que permite monitorizar la progresión de una enfermedad y decidir una conducta terapéutica.<sup>17</sup> De esta manera, la EP posibilita obtener un puntaje de aireación, semicuantitativo que permite predecir en neonatología la necesidad de soporte ventilatorio,<sup>1,18,19</sup> así como también guiar la terapia con surfactante,<sup>5,20</sup> evaluar la respuesta a la restricción de fluidos y a la aplicación de maniobras de reclutamiento alveolar.<sup>1</sup>

### CONCLUSIONES

La EP ha ganado consenso como una herramienta segura, no invasiva y libre de

radiación, que permite al neonatólogo no solo realizar un examen del estado respiratorio de manera rápida y al pie de la cama, sino también interpretar sus hallazgos y repetir el examen monitorizando la respuesta a diferentes estrategias terapéuticas. La implementación de la EP en la práctica diaria permite el diagnóstico de los principales trastornos respiratorios del RN con elevada certeza diagnóstica, lo cual posibilita reducir en neonatos la exposición a radiación ionizante ocasionada por la RXT.

Los hallazgos sonográficos deben ser siempre integrados con la clínica del paciente, así como también con otros métodos diagnósticos. ■

### REFERENCIAS

1. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Critical Care*. 2020; 24(1):65.
2. Hall EJ. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol*. 2002; 32(10):700-6.
3. Copetti R. Is lung ultrasound the stethoscope of the new millennium? Definitely yes! *Acta Med Acad*. 2016; 45(1):80-1.
4. Corsini I, Parri N, Ficial B, Dani C. Lung ultrasound in the neonatal intensive care unit: Review of the literature and future perspectives. *Pediatr Pulmonol*. 2020; 55(7):1550-62.
5. Brat R, Yousef N, Klifa R, Reynaud S, et al. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure. *JAMA Pediatr*. 2015; 169(8):e151797.
6. Lichtenstein DA, Mauriat P. Lung ultrasound in the critically ill neonate. *Curr Pediatr Rev*. 2012; 8(3):217-23.
7. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012; 38(4):577-91.
8. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med*. 2013; 32(1):165-71.
9. Deng BY, Li N, Wu WS, He XG, et al. Use of Neonatal Lung Ultrasound for the Early Detection of Pneumothorax. *Am J Perinatol*. 2020; 37(9):907-13.
10. Cattarossi L, Copetti R, Brusa G, Pintaldi S. Lung Ultrasound Diagnostic Accuracy in Neonatal Pneumothorax. *Can Respir J*. 2016; 2016:6515069.
11. Raimondi F, Rodríguez Fanjul J, Aversa S, Chirico G, et al. Lung Ultrasound for Diagnosing Pneumothorax in the Critically Ill Neonate. *J Pediatr*. 2016; 175:74-8.
12. Liu J, Chen SW, Liu F, Li QP, et al. The diagnosis of neonatal pulmonary atelectasis using lung ultrasonography. *Chest*. 2015; 147(4):1013-9.
13. Copetti R, Cattarossi L. The “double lung point”: An ultrasound sign diagnostic of transient tachypnea of the newborn. *Neonatology*. 2007; 91(3):203-9.
14. Raimondi F, Yousef N, Rodríguez Fanjul J, De Luca D, et al. A Multicenter Lung Ultrasound Study on Transient Tachypnea of the Neonate. *Neonatology*. 2019; 115(3):263-8.
15. Piastra M, Yousef N, Brat R, Manzoni P, et al. Lung ultrasound findings in meconium aspiration syndrome. *Early Hum Dev*. 2014; 90(Suppl 2):S41-3.



16. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med.* 2012; 40(7):2064-72.
17. Raimondi F, Yousef N, Migliaro F, Capasso L, De Luca D. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications. *Pediatr Res.* 2021; 90(3):524-31.
18. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Ferrara T, et al. Use of neonatal chest ultrasound to predict noninvasive ventilation failure. *Pediatrics.* 2014; 134(4):e1089-94.
19. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Umbaldo A, et al. Can neonatal lung ultrasound monitor fluid clearance and predict the need of respiratory support? *Crit Care.* 2012; 16(6):R220.
20. Perri A, Tana M, Riccardi R, Iannotta R, et al. Neonatal lung ultrasonography score after surfactant in preterm infants: a prospective observational study. *Pediatr Pulmonol.* 2020; 55(1):116-21.