



APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA ECOGRAFÍA TORÁCICA EN EL NEONATO Y EN EL NIÑO.

Juan Felipe Rojas Blandón, Elena Calabuig
Barbero, Yanné Avilés Vistorte, Diana Cañón
Murillo, Paloma Tallón Guerola
Sección de Radiología Pediátrica
Hospital General Universitario de Alicante

OBJETIVO DOCENTE:

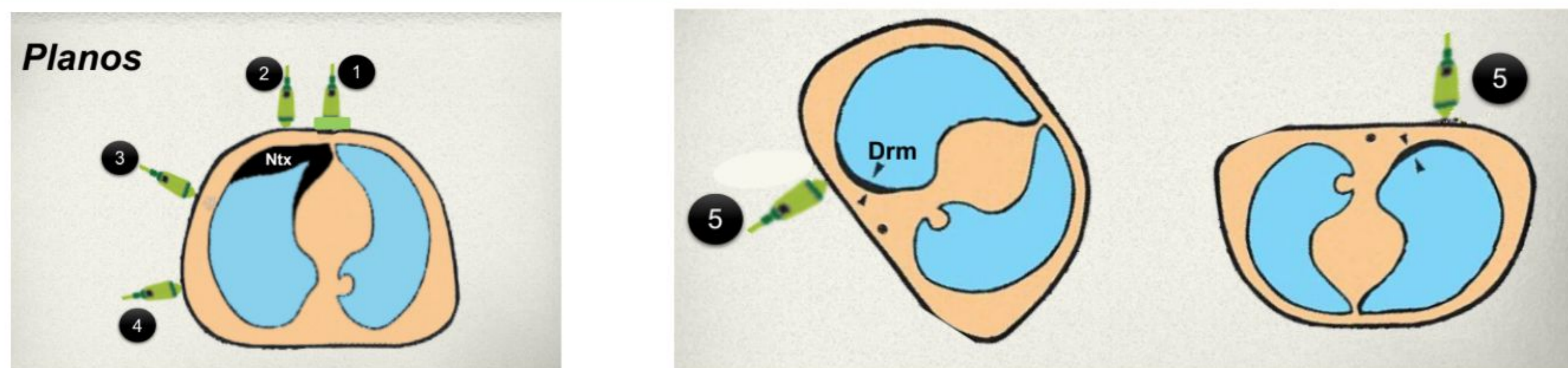
Conocer la aplicación de la ecografía pulmonar en el neonato y en el niño a través del conocimiento de las características ecográficas del pulmón sano y patológico en estas edades.

REVISIÓN DEL TEMA**1. INTRODUCCIÓN.**

- Técnica relativamente nueva: Aire mal conductor de US.
- Ausencia de radiación ionizante.
- Menos coste.
- En la cabecera del paciente crítico.
- Rápida en la obtención y proceso de imágenes.
- Baja S de la Rx torácica

No exenta de dificultades...

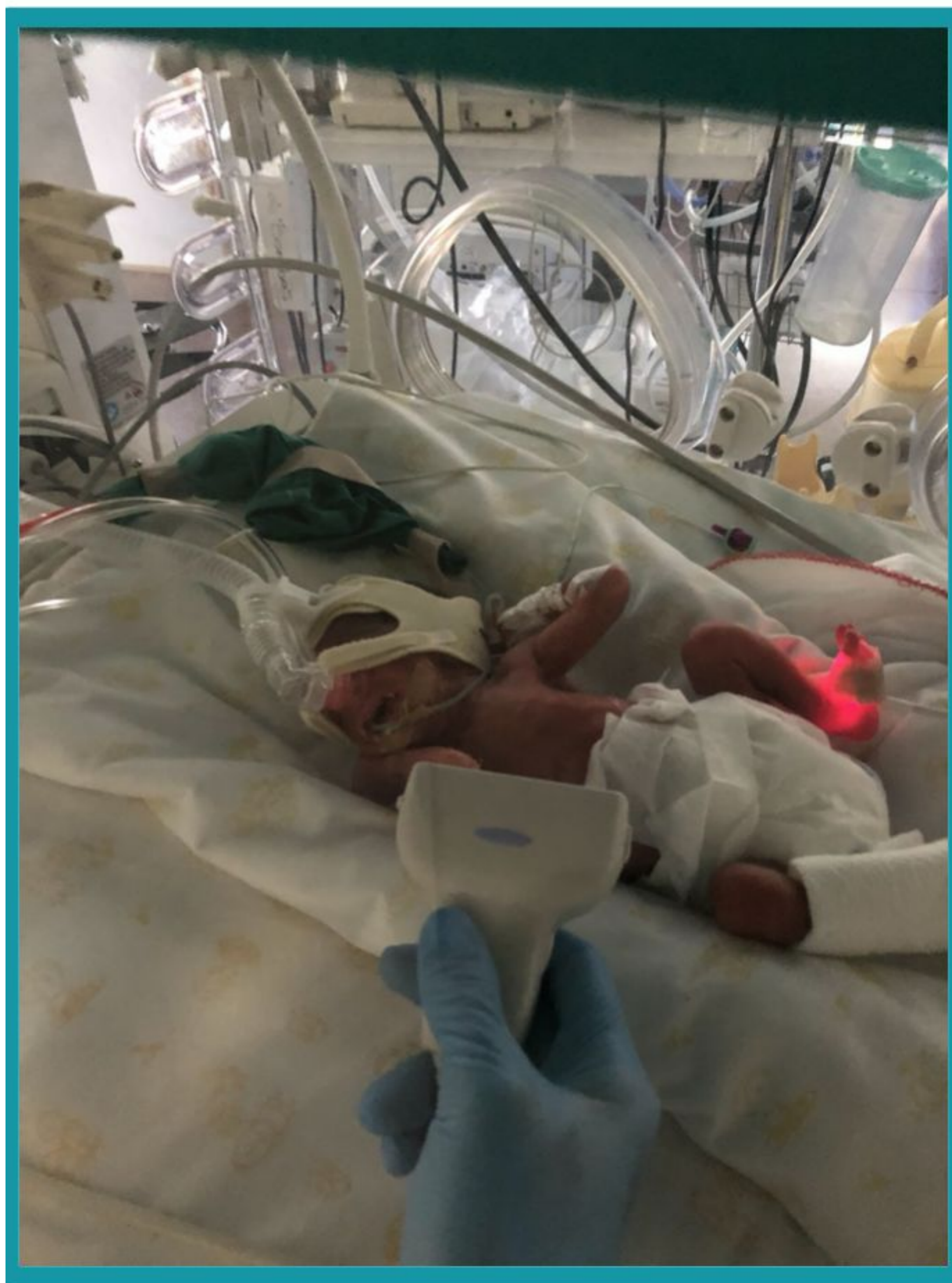
- 8 - 10 minutos de exploración.
- Aunque hasta un 90% de las neumonías llegan a pleura, los focos perihiliares estarán infradiagnosticados con la ecografía.
- Hay que explorar ambos hemitórax: anterior, línea media axilar y posterior. Superior, e inferior. Lo que conlleva movilidad del paciente.



En los últimos 4-5 años, se ha incrementado la publicación de innumerables estudios que plantean su uso y lo comparan con la radiografía simple. En la edad pediátrica ha demostrado utilidad en el diagnóstico de Neumonía Adquirida en la Comunidad, distress, Bronquiolitis, Tuberculosis, infección por Covid...

En los neonatos también han surgido numerosos grupos de trabajo y publicaciones sobre todo desde Unidades de Neonatología, nacionales e internacionales, que apoyan su uso tanto para el diagnóstico como para el tratamiento y seguimiento de la toma de decisiones como cuando poner surfactante, predicción de intubación...

1. INTRODUCCIÓN.



ECOGRAFÍAS NEONATOS

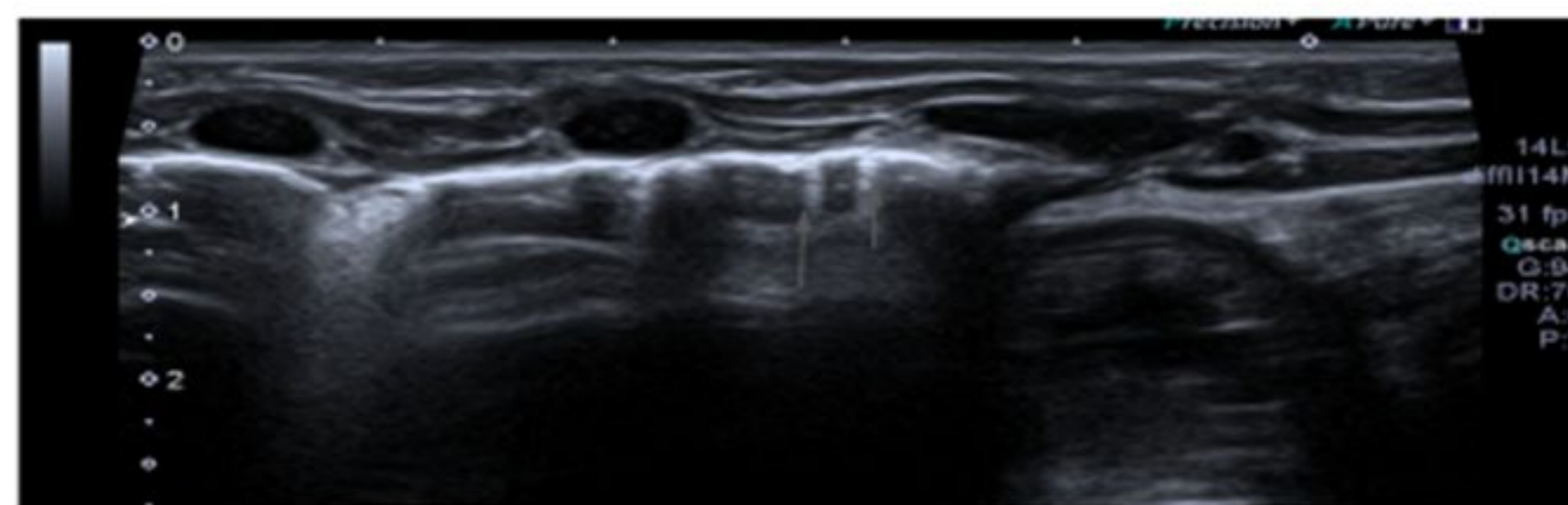
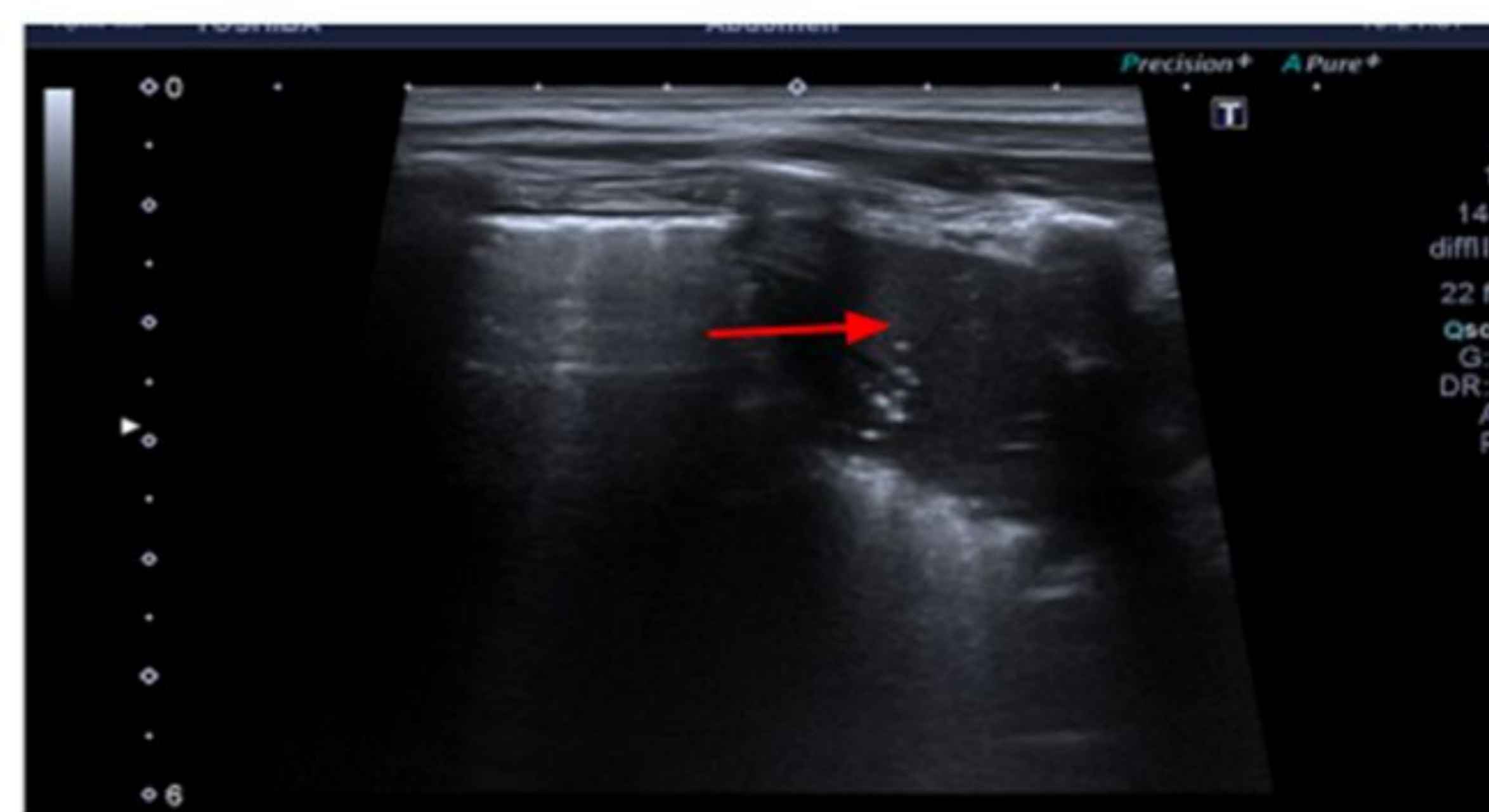
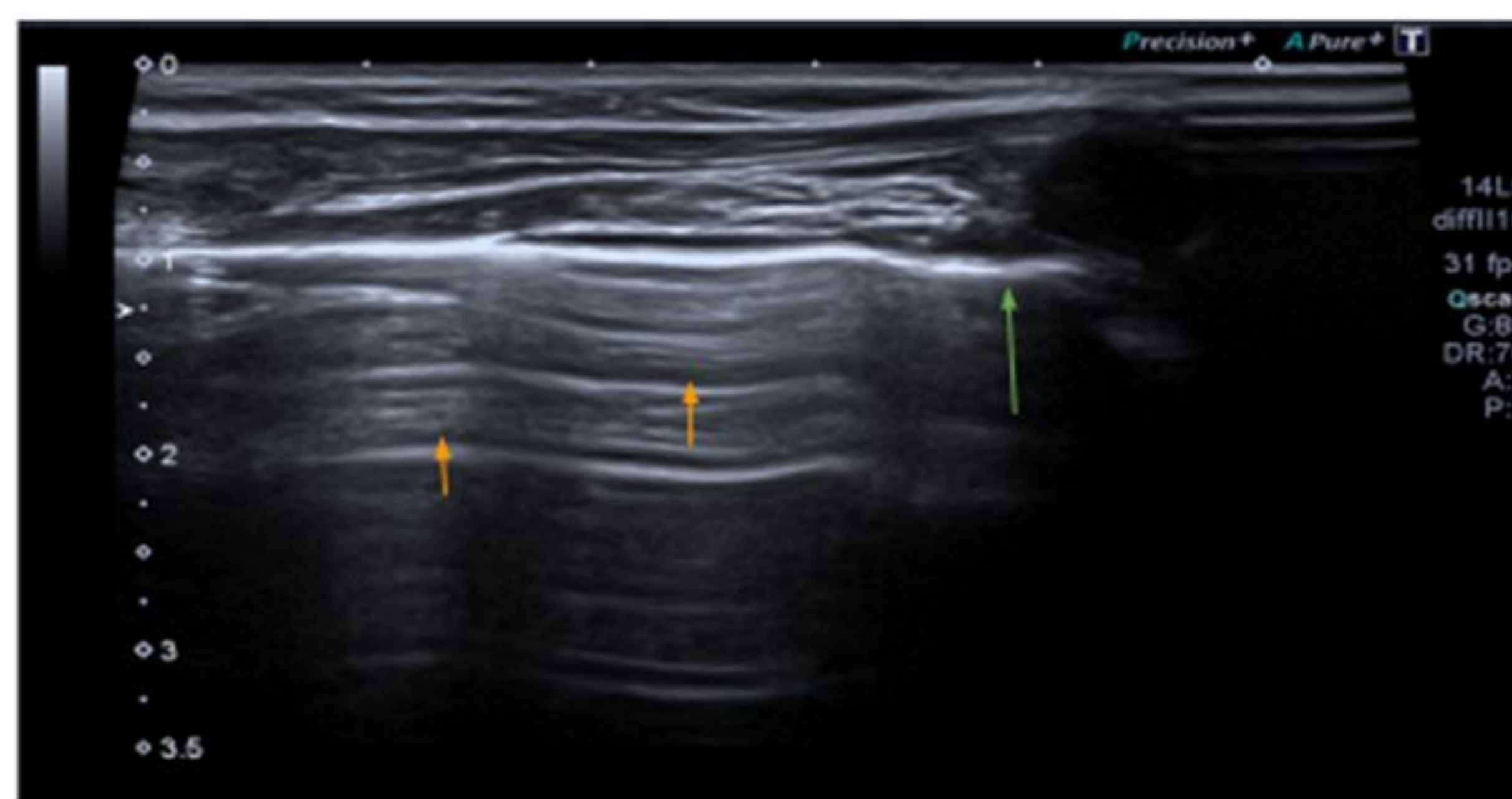
- Reto para el radiólogo.
- Dificultad técnica (tamaño de pacientes, dispositivos, incubadoras...) y patología específica.
- Pacientes graves e inestables.

- Transductor lineal.
- Perpendicular al tórax.

- EL PULMÓN ES MÁS PEQUEÑO:
 - Abdomen mayor
 - Timo grande
- NO OSIFICACION DE PARRILLA COSTAL ANTERIOR
 - Ausencia de sombra costal

2. ARTEFACTOS ECOGRÁFICOS.

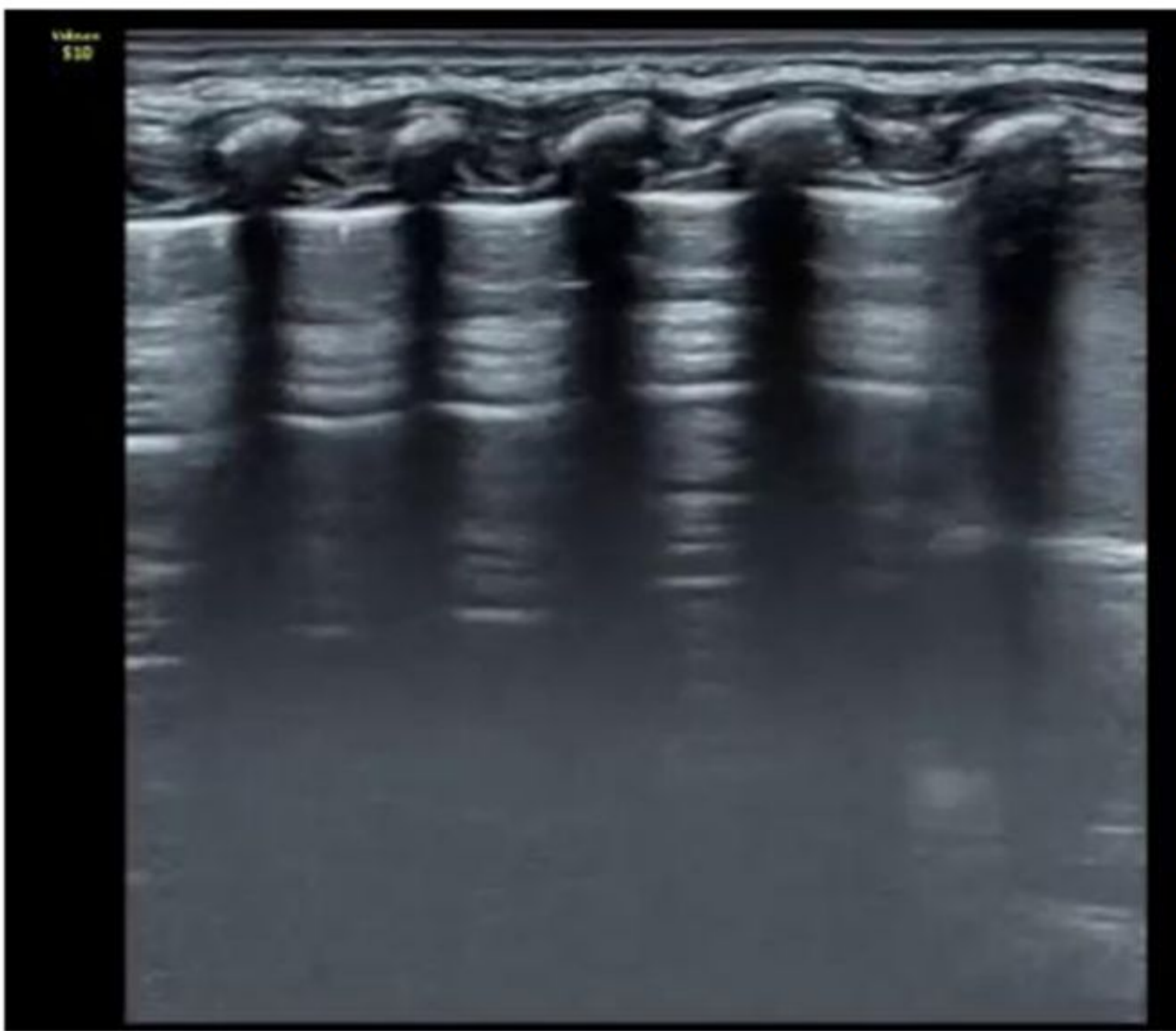
- **Línea Pleural:** Línea ecogénica debida a cambio de impedancia acústica.
- **Lineas A:** Principal artefacto de reverberación del aire.
- **Lineas B:** Otro artefacto que a veces puede corresponder con engrosamiento intersticial



- **Consolidación:** Ausencia de artefactos
 - Patrón hipoecoico de consolidación (Hepaticización)
 - Límites anatómicos: borde profundo irregular.
 - Broncograma aéreo.

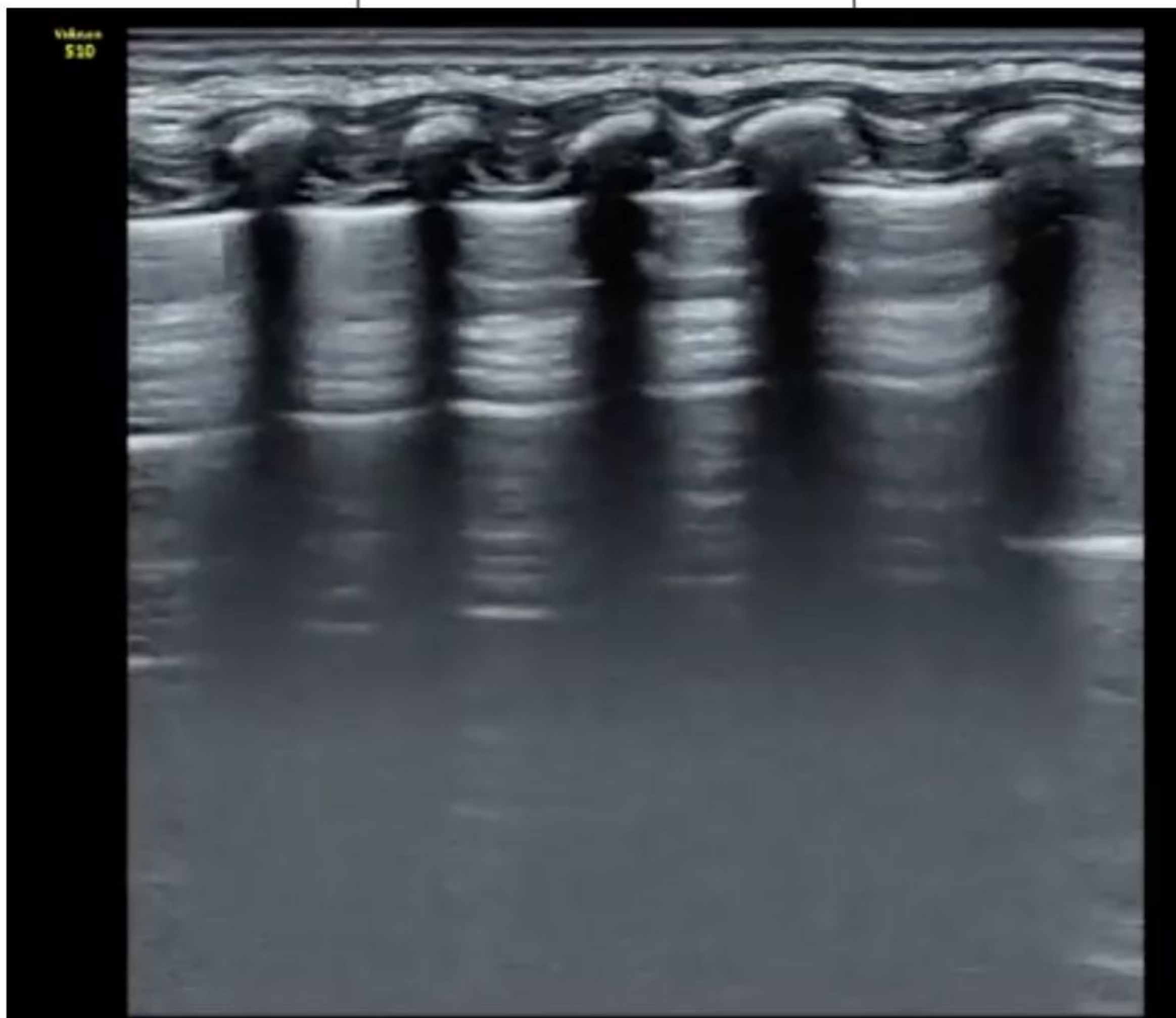
Para entender la ecografía pulmonar, nos basaremos en el estudio de artefactos del pulmón sano, donde sólo visualizaremos la línea pleural, ya que es la línea que se genera por el cambio de impedancia acústica entre el tejido celular subcutáneo y el aire pulmonar, y puede variar según diferentes patologías.

LINEAS A = Presencia de AIRE en el pulmón



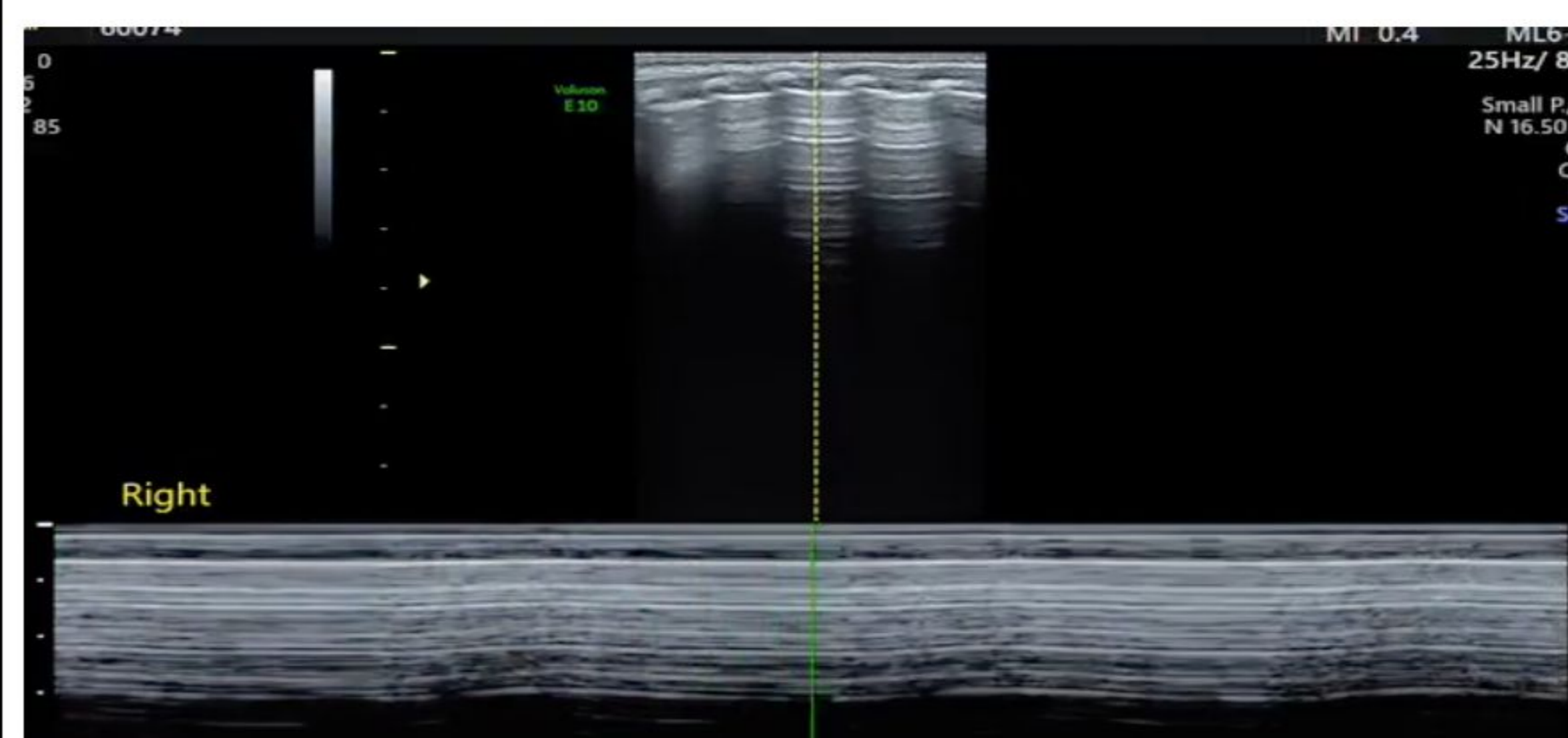
- Principal artefacto pulmonar.
- Líneas hiperecogénicas que repiten la línea pleural.
- Guardan equidistancia entre la piel y la pleura.
- Tienen la longitud de la línea pleural.
- Su número es variable.
- A` : líneas menos intensas.

LINEAS B: LIQUIDO



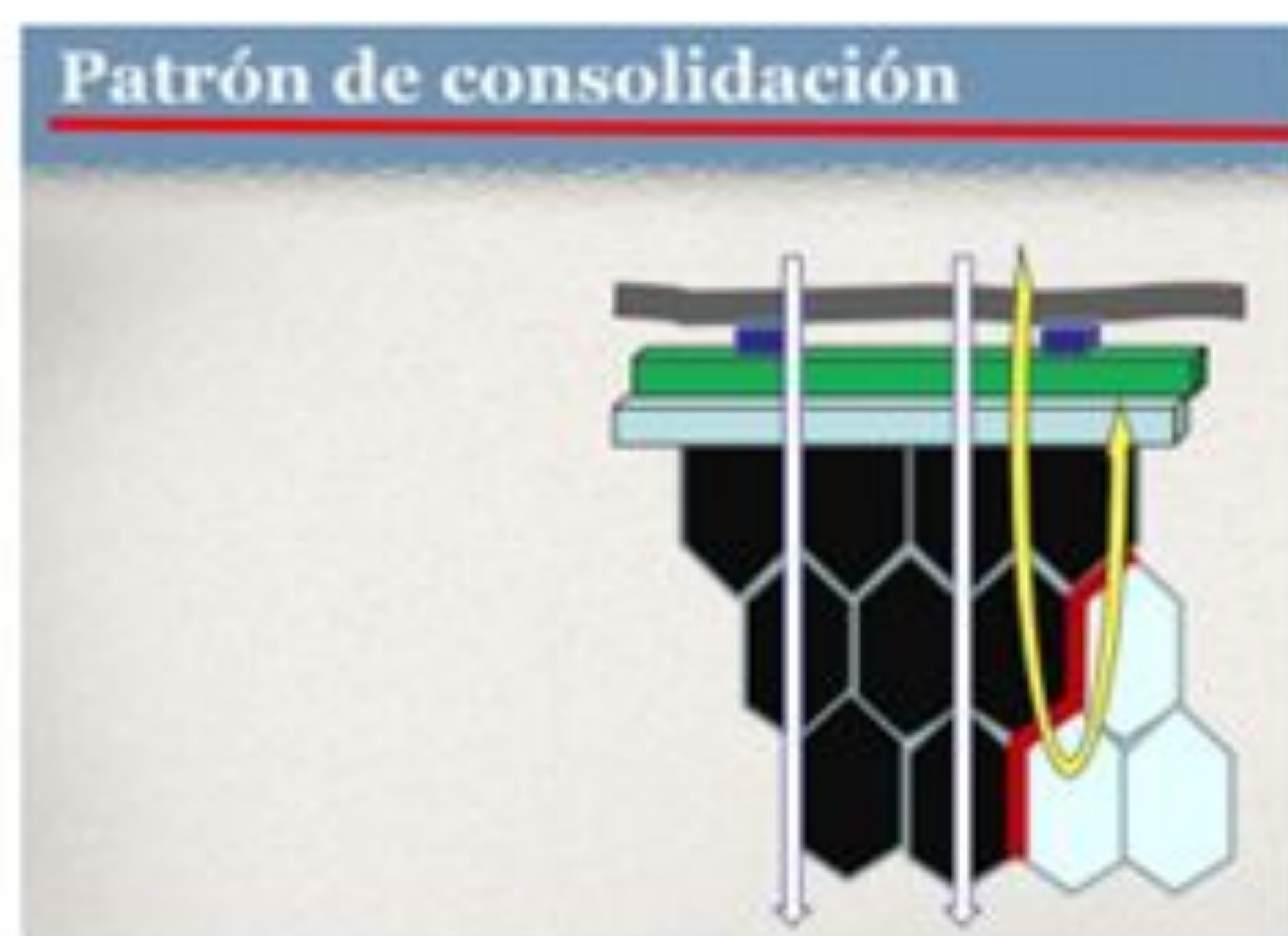
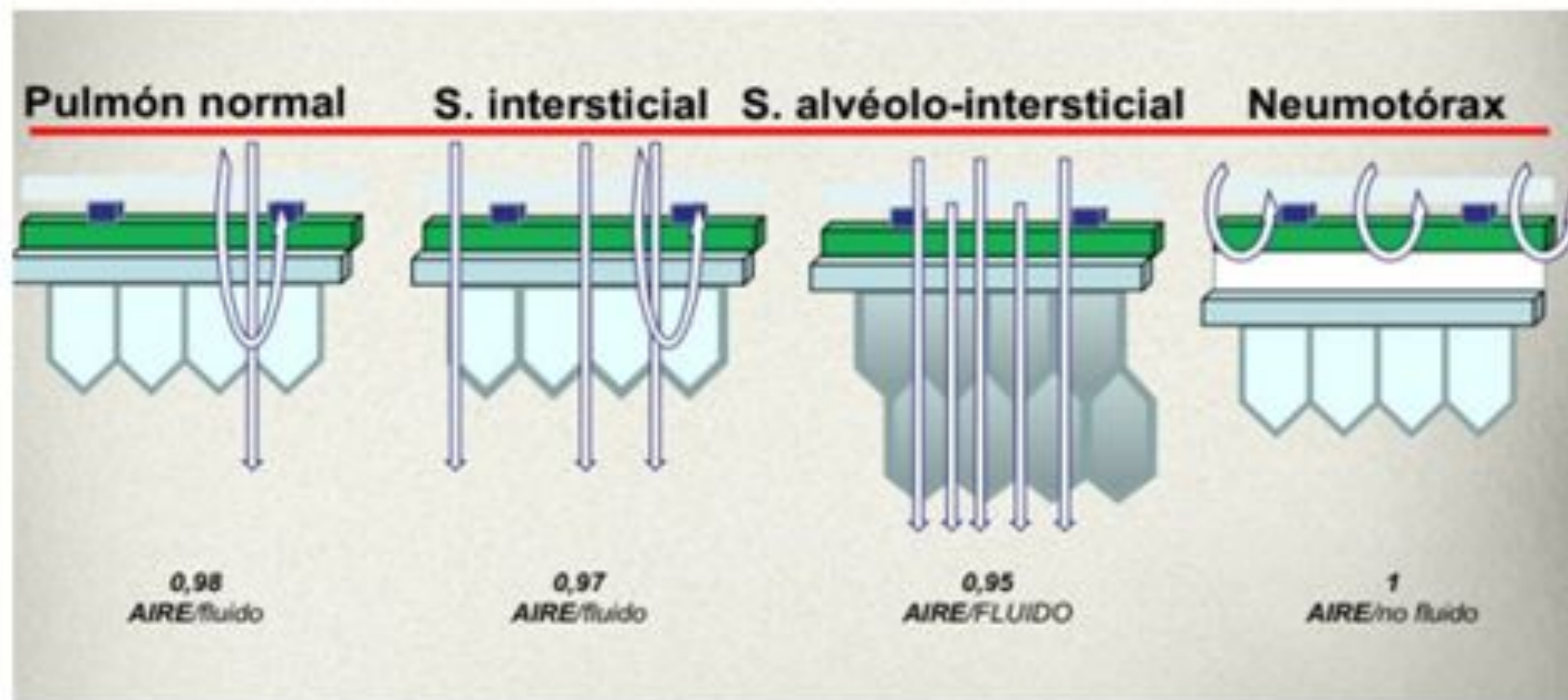
- Líneas verticales hiperecogénicas, bien definidas.
- Borran las líneas A
- Número variable
- Se mueven
- Y traducen presencia de líquido.

LINEA PLEURAL Y DESLIZAMIENTO PLEURAL



- Deslizamiento pleural: La superficie pleural se desliza con el movimiento torácico de la respiración, observando un pulmón bien aireado y este deslizamiento es importante valorarlo porque su ausencia es sugestiva de neumotórax.

3. PATRONES ECOGRÁFICOS EN PEDIATRIA.



www.formacionneonatologia.com

Hospital de Basurto. Bilbao

Para entender la imagen ecográfica es importante conocer cómo se comportan los ultrasonidos en el pulmón:

-**NORMAL**: Aire. El haz de ultrasonidos cuando llega a la línea pleural, rebota generando las Líneas A porque en el pulmón hay AIRE. Pero unos pocos haces atraviesan la línea pleural coincidiendo con los tabiques interlobulillares y el intersticio. De tal forma que podemos ver algunas líneas B aisladas.

-**SD. INTERSTICIAL**: Los tabiques y el intersticio tienen contenido líquido, están más engrosados y veremos más líneas B, bien definidas y no concluyentes.

-**SD. ALVEOLO -INTERSTICIAL**: No sólo hay líquido en el intersticio, sino también en el alveolo, así el número de líneas B aumenta, mal definidas y confluentes.

-**NEUMOTÓRAX**: El haz rebota por la barrera acústica de aire y la barrera será perfecta, por tanto no habrá ninguna línea B.

-**CONSOLIDACIÓN**: La línea blanca representa el haz que atraviesa la pleura y la condensación, y la flecha amarilla representa el haz que atraviesa la condensación y rebota al encontrar aire en el alveolo no colapsado. La línea roja es la barrera, el cambio de interfase entre el patrón consolidativo y alveolos no colapsados.

CONSOLIDACION

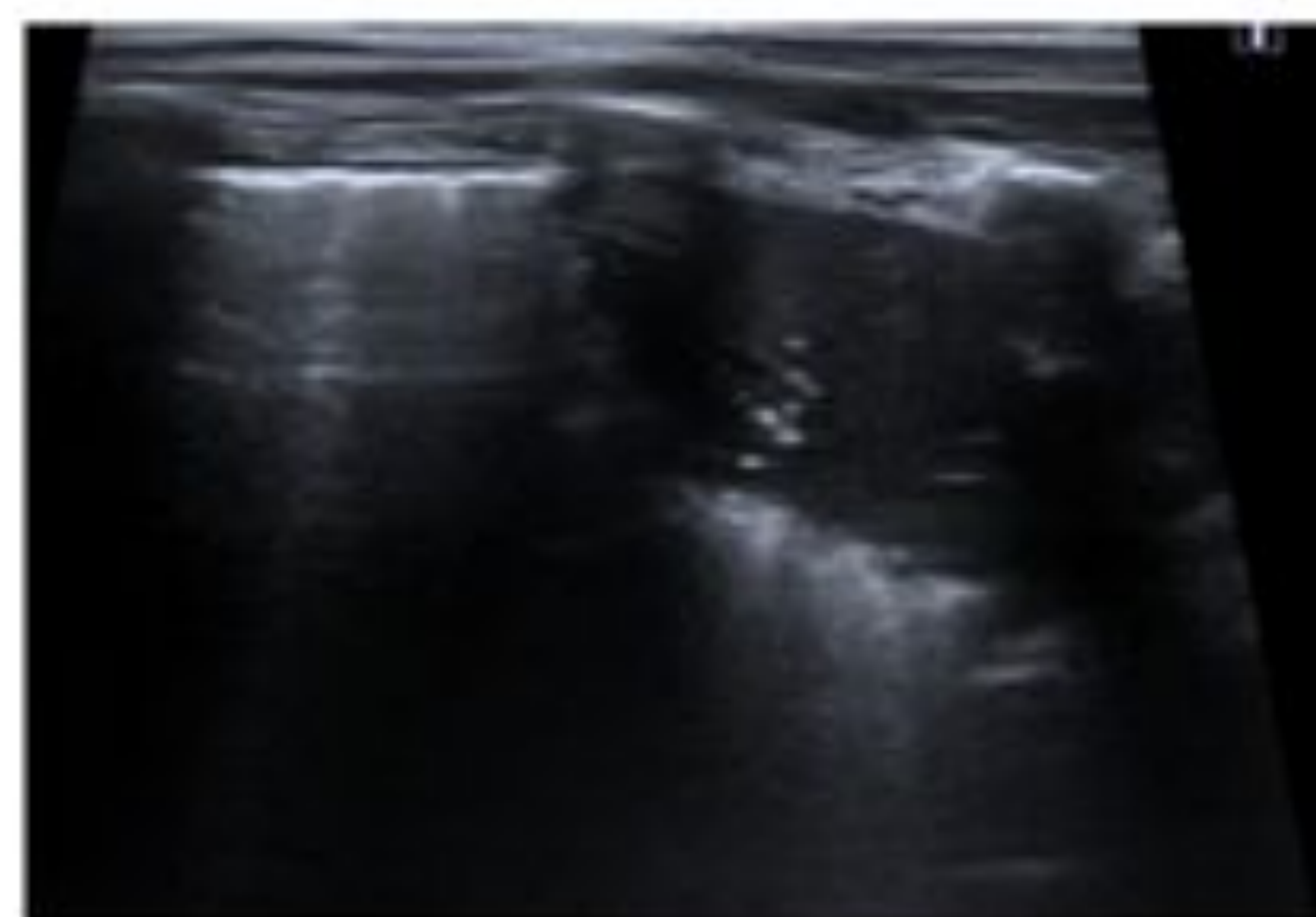


Fig 1 y 2. .En estos ejemplos podemos ver la similitud entre los hallazgos de Tc y ecografía pulmonar ante una consolidación.

UTILIDAD DE LA ECOGRAFIA

2 años, fiebre sin claro foco, con RFA elevados.

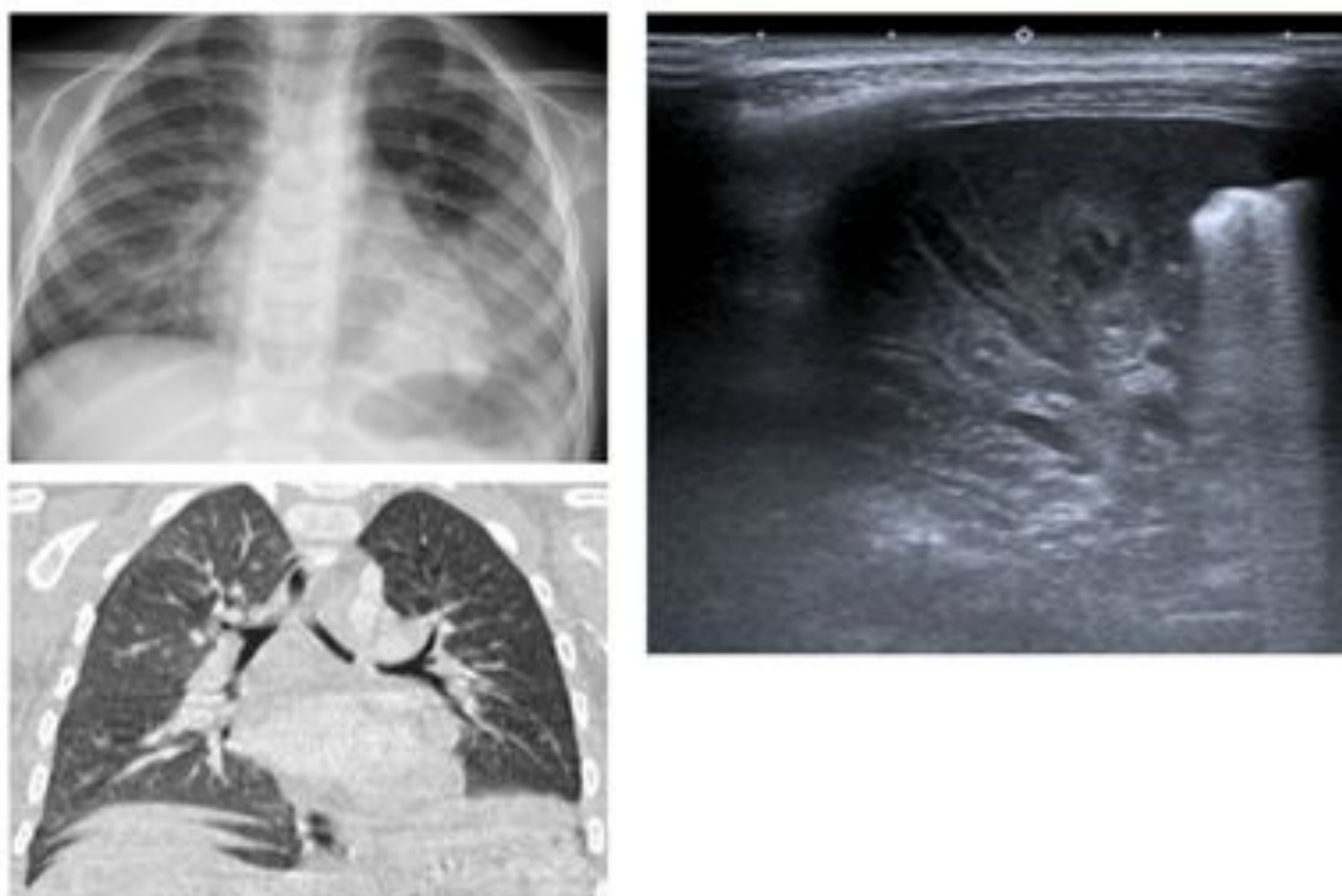
- Mayor S de los US para consolidaciones pequeñas
- Retrocardiacas o subdiafragmáticas



Consolidación en LSI

La ecografía también es útil para localizar Neumonías no visibles en la Radiografía de Tórax ya que se ha demostrado mayor sensibilidad de los ultrasonidos para consolidaciones pequeñas, retrocardiacas o subdiafragmáticas.

2 años con tos y fiebre de 2 meses de evolución.



Ante sospecha de aspiración accidental de cuerpos extraños, que puede tener consecuencias fatales, sugerir su diagnóstico precoz es importante. En este caso se puede ver broncograma con líquido como estructuras anecoicas, por acúmulo de secreciones que se visualizan en la obstrucción bronquial, sospecha de neumonía postobstructiva. En el caso descrito, en la TC se confirma la presencia de pipa de girasol en bronquio que tuvo que ser extraído con broncoscopia

¿DISTINGUIR ATELECTASIA/ CONSOLIDACION NEUMONICA?

CRITERIOS ECOGRÁFICOS EN LA LITERATURA:

Atelectasia: Pérdida de volumen y en la **consolidación** no.

Atelectasia: broncograma desestructurado y fijo, y movimiento longitudinal con la respiración. Mientras que en la **consolidación** es arborescente, móvil y la consolidación se desplaza en sentido transverso.

La realidad es que el diagnóstico ecográfico es confuso

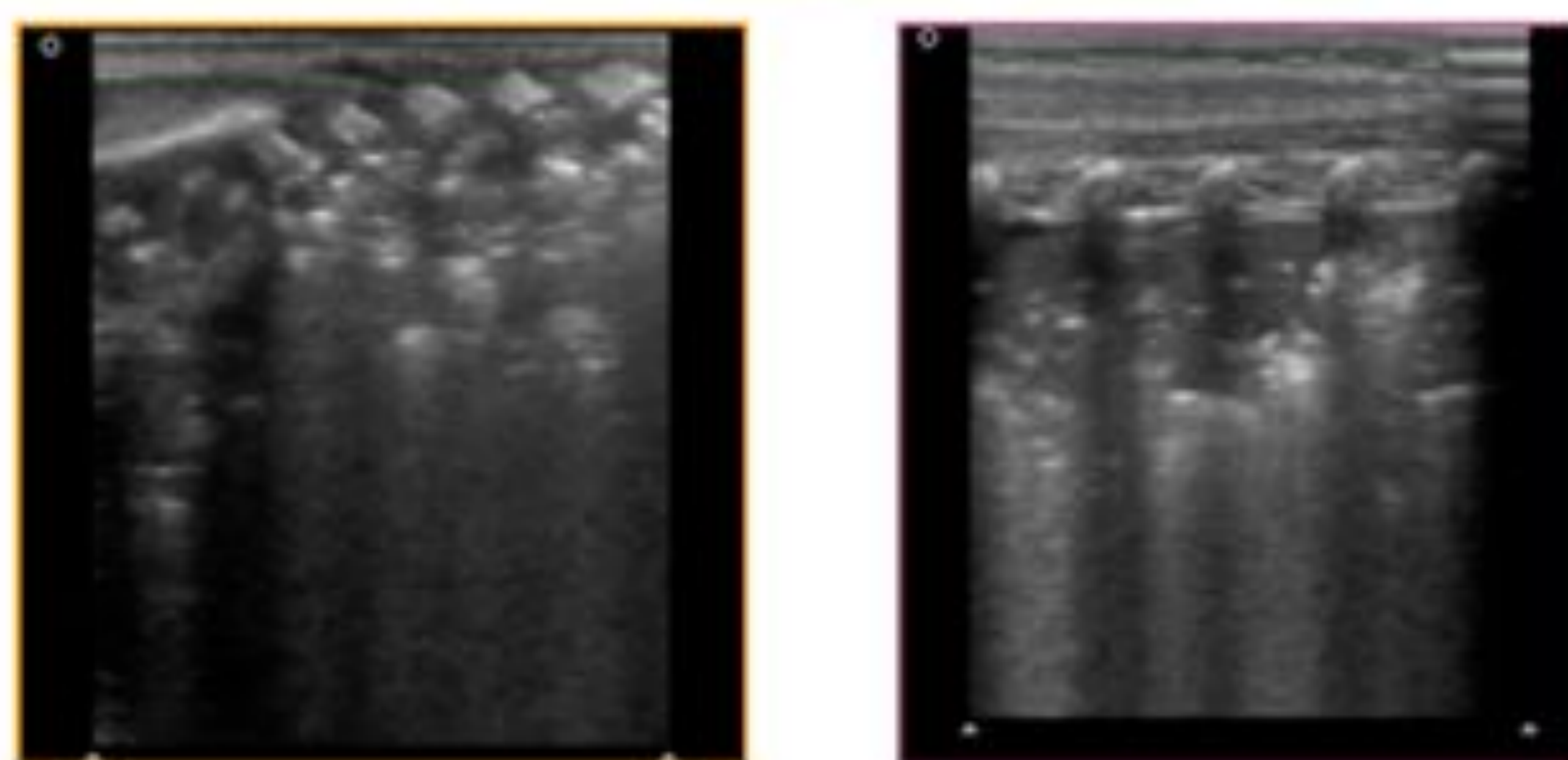


Fig1. Atelectasia. Fig2. Consolidación

La realidad es que el diagnóstico ecográfico es confuso y normalmente no se cumplen todas las características descritas; y por el contexto clínico podemos ver atelectasias con broncograma arbóreo, con relativa frecuencia.

Hay que considerar que en la patología neonatal vamos a ver fundamentalmente condensaciones de tipo atelectasia y la ecografía hay que integrar con la clínica y el resto de pruebas diagnósticas.

DERRAME PARANEUMONICO

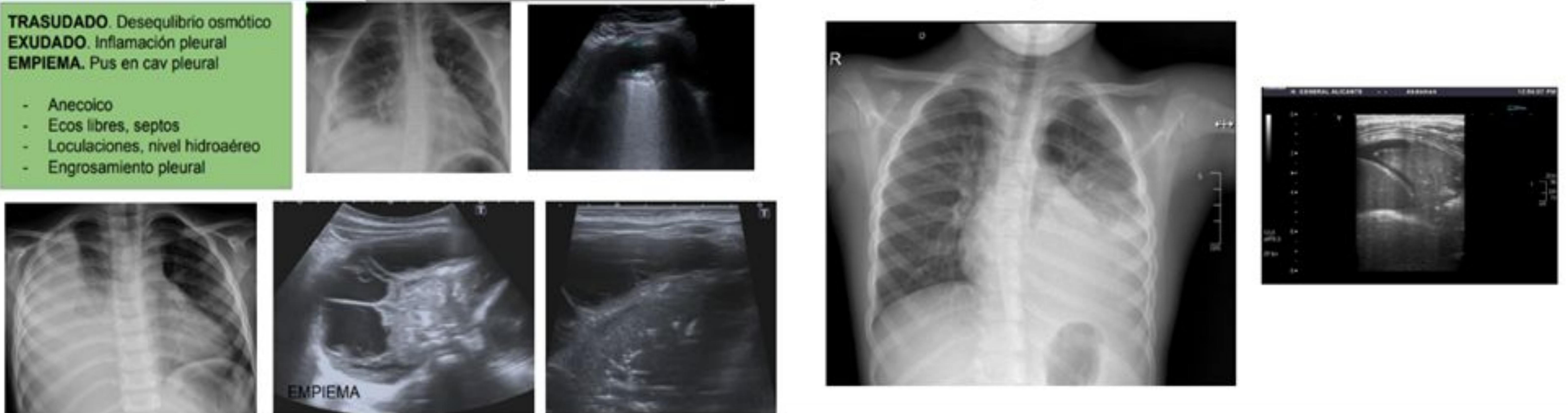
En función de la composición química

TRASUDADO. Desequilibrio osmótico
EXUDADO. Inflamación pleural
EMPIEMA. Pus en cav pleural

- Anecoico
- Ecos libres, septos
- Loculaciones, nivel hidroaéreo
- Engrosamiento pleural

Hasta en un 40% de las NAC ingresadas.
Hasta un 2% progresa a empiema.

5 años, neumonía con persistencia de fiebre



El derrame paraneumónico es la complicación más frecuente de la neumonía y una de las causas más frecuentes del fracaso del tratamiento.

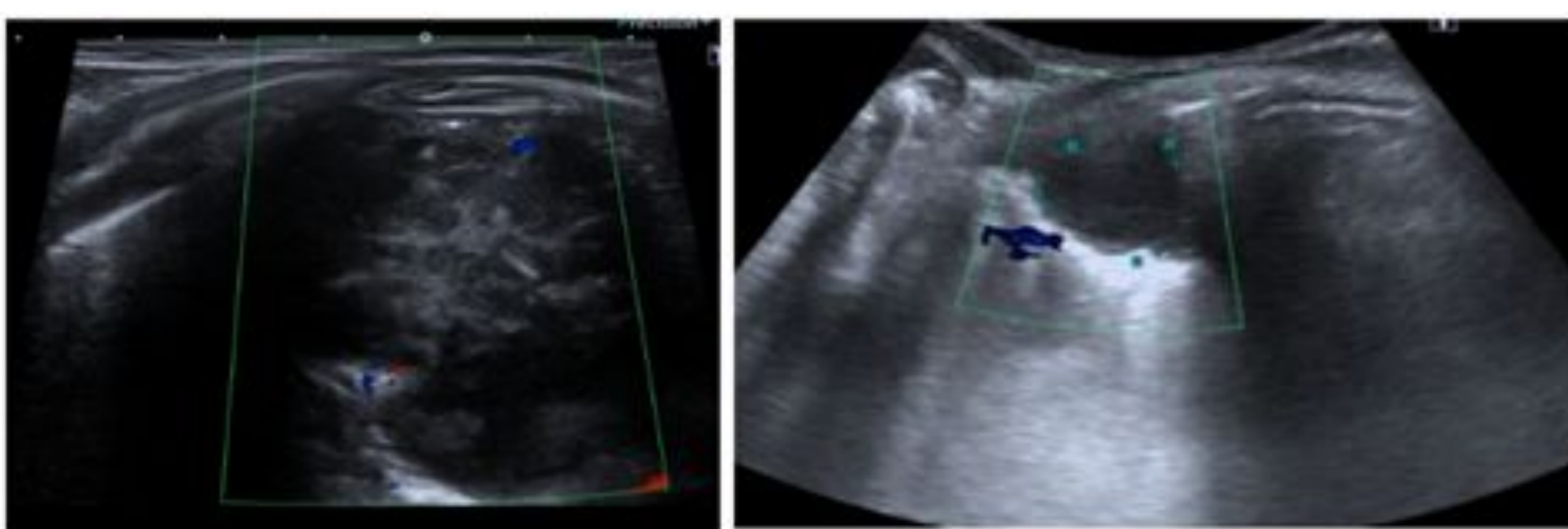
Cualquier derrame puede ser un trasudado o empiema, **en función de la composición química** (glucosa, leucocitos...) y por imagen, **la loculación será criterio de empiema** y su resolución va a ser más complicada con mayor probabilidad de drenaje.

La radiografía es poco sensible para pequeñas cantidades. La obliteración del seno costofrénico es el signo más precoz, si es moderada la opacificación de la base pulmonar que borra diafragma de aspecto cóncavo.

En los últimos años se ha visto aumento de la producción de derrame pleural por neumococo, probablemente por nuevos serotipos tipo1.

Se considera significativo un grosor mayor de 10 mm.

COMPLICACIONES DE NEUMONIAS



Empiema y neumonía necrosada



En el caso de neumonía con persistencia de fiebre, la ecografía nos permite ver complicaciones como el derrame (Fig1) o la neumonía necrotizante (Fig2) por destrucción y necrosis del parénquima pulmonar, con pérdida de su arquitectura y posterior aparición de aire en su interior. (área de necrosis con quistes de pared fina). Se evidencian áreas heterogéneas hipoecoicas que corresponden con zonas de hipoperfusión, con ausencia o disminución del flujo Doppler pulmonar. La diferencia entre abscesificación y neumonía necrotizante es que en esta última son múltiples focos de necrosis y en el absceso (Fig4) ésta necrosis formará una cavidad de paredes gruesas con líquido y nivel hidroaéreo.

NEUMOTORAX

La ecografía tiene aquí un papel fundamental ya que tiene una sensibilidad y especificidad del 100% con un tiempo de realización medio de 5.5 min vs 19 min para la realización y procesamiento de una radiografía de tórax. Además del diagnóstico, también es una herramienta fundamental para valorar la severidad, como guía de toracocentesis, y para finalmente, valorar la reexpansión pulmonar.

NEUMOTÓRAX

- S y E 100%.
- Tiempo de realización: 5.5 min US vs 19 min RX



1. **Ausencia de deslizamiento pleural.** S100%
2. **Ausencia de Líneas B.** Excluye el neumotórax con S100% .
3. **Presencia de líneas A.** Aire
4. **"Punto pulmonar"** E100%. Punto de transición entre la zona de neumotórax y sin neumotórax.
5. Modo M , ausencia de "la playa" y aparición del **"signo de la estratosfera"** (ausencia de deslizamiento pleural)

2016, 2018
International Expert Consensus and Recommendations for Neonatal
Pneumothorax Ultrasound Diagnosis and Ultrasound-guided Thoracentesis
Procedure

PUNTO PULMONAR:

- Valorar la severidad y factor predictor de drenaje torácico.
- Es la zona de unión de las pleuras que siguen en contacto con las pleuras despegadas por la presencia de aire.
- Puede obtenerse en modo 2D y M



"Punto pulmonar" Punto de transición entre la zona de neumotórax y sin neumotórax. Nos permite valorar la severidad del neumotórax (Leve: sólo se visualiza el punto pulmonar en campos anteriores, Moderado: Sólo en campos laterales, y severo: No se ve el punto pulmonar.) Además es un factor predictor de drenaje torácico.

- Es la zona de unión de las pleuras que siguen en contacto con las pleuras despegadas por la presencia de aire.
- Puede obtenerse en modo 2D y M



Fig. 1. Modo M. Signo fisiológico de la playa.

Fig. 2. Ausencia de “la playa” y aparición del “signo de la estratosfera” (ausencia de deslizamiento pleural)

Fig 3. Modo M en punto pulmonar . Donde se visualiza el signo de la estratosfera en región de neumotórax y signo de la playa en región preservada.

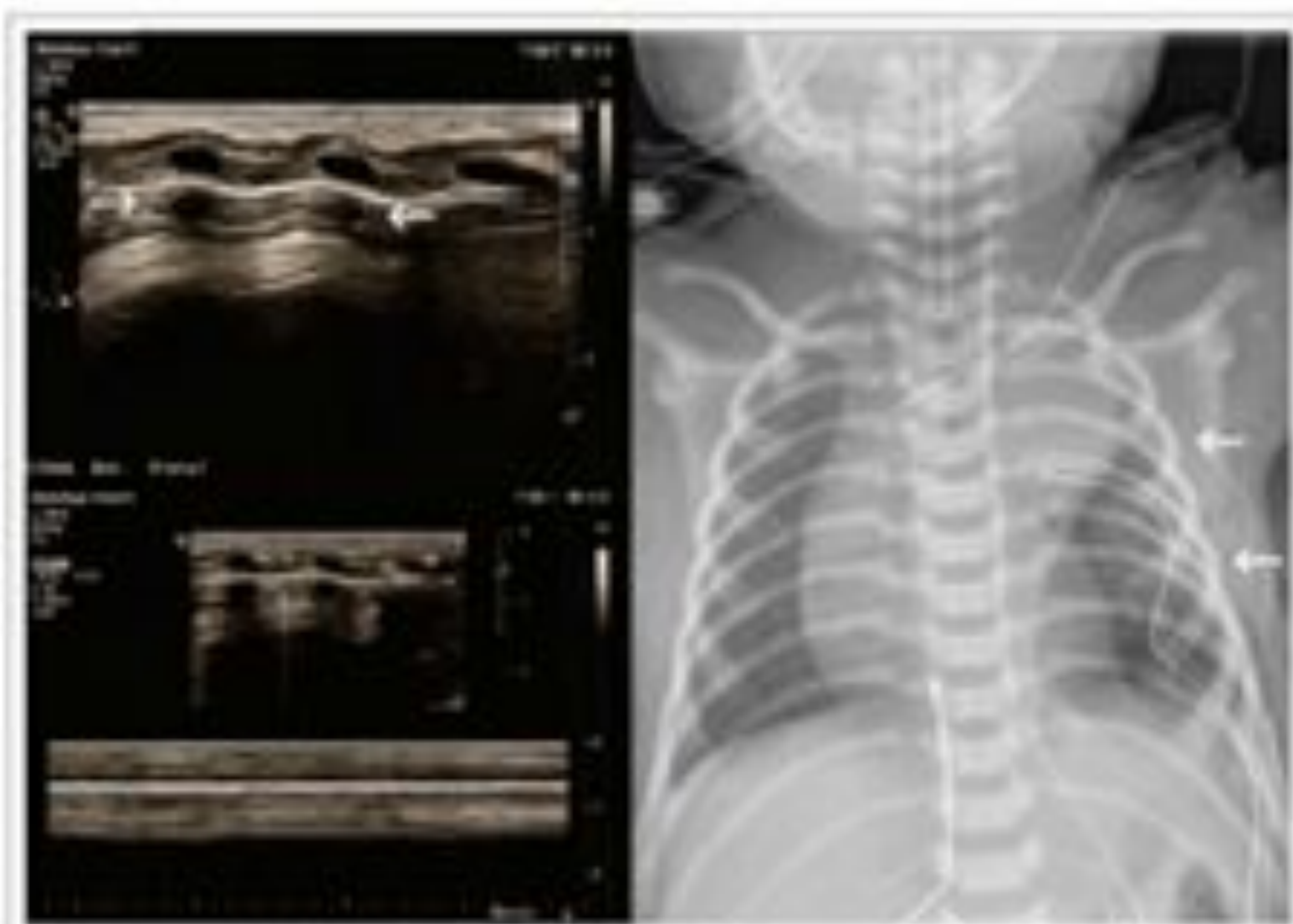
> *Pediatr Crit Care Med.* 2020 Oct;21(10):e944-e947. doi: 10.1097/PCC.0000000000002381.

Mirrored Ribs: A Sign for Pneumothorax in Neonates

Erik Küng¹, Lukas Aichhorn, Angelika Berger, Tobias Werther

Affiliations + expand

PMID: 32452975 DOI: 10.1097/PCC.0000000000002381



-Artefacto más visible cuanto más aire hay en el pulmón. Inespecífico:

- Neumotórax
- Hiperinsuflación
- Pulmón sano

-Escasa utilidad para descartar neumotórax al nacimiento

También hay otros signos descritos en la literatura, como las “costillas en espejo” que se trata de un artefacto más visible cuanto más aire hay en el pulmón. Es un signo bastante inespecífico y puede verse tanto en el neumotórax, como en la hiperinsuflación o incluso en el pulmón sano. Así que este signo es de escasa utilidad para descartar neumotórax al nacimiento.

PATRONES ECOGRÁFICOS SEGÚN LA PROPORCIÓN AIRE / LIQUIDO

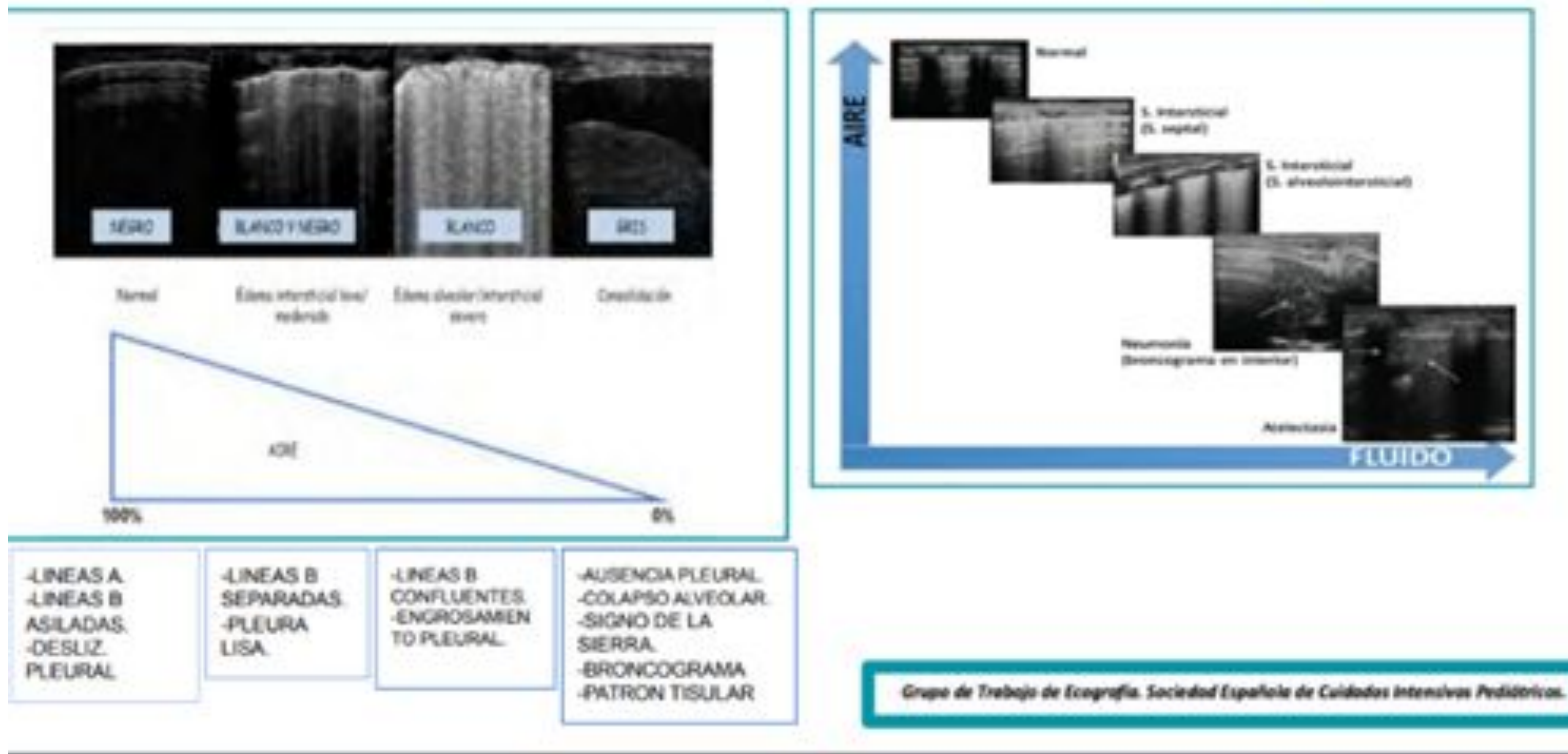


Fig 1 y 2, esquemas de presentación de los patrones ecográficos más específicos del neonato como el Síndrome Intersticial, donde los tabiques y el intersticio tienen contenido líquido, están más engrosados y veremos más líneas B, bien definidas y no concluyentes. Y el Síndrome Alveolo- Intersticial donde no sólo hay líquido en el intersticio, sino también en el alveolo, así el número de líneas B aumenta, mal definidas y confluentes. El espectro de hallazgos ecográficos depende de la relación aire/líquido.

PARA QUÉ SIRVE EL PATRÓN ALVEOLO INTERSTICIAL???

- El pulmón no es normal.
- Intensidad de la afectación alveolo -intersticial
- Su presencia en un área pulmonar descarta otras patologías como neumotórax, atelectasia, consolidación, derrame...
- Evolución de la afectación.
- Puede asociarse a otros patrones.

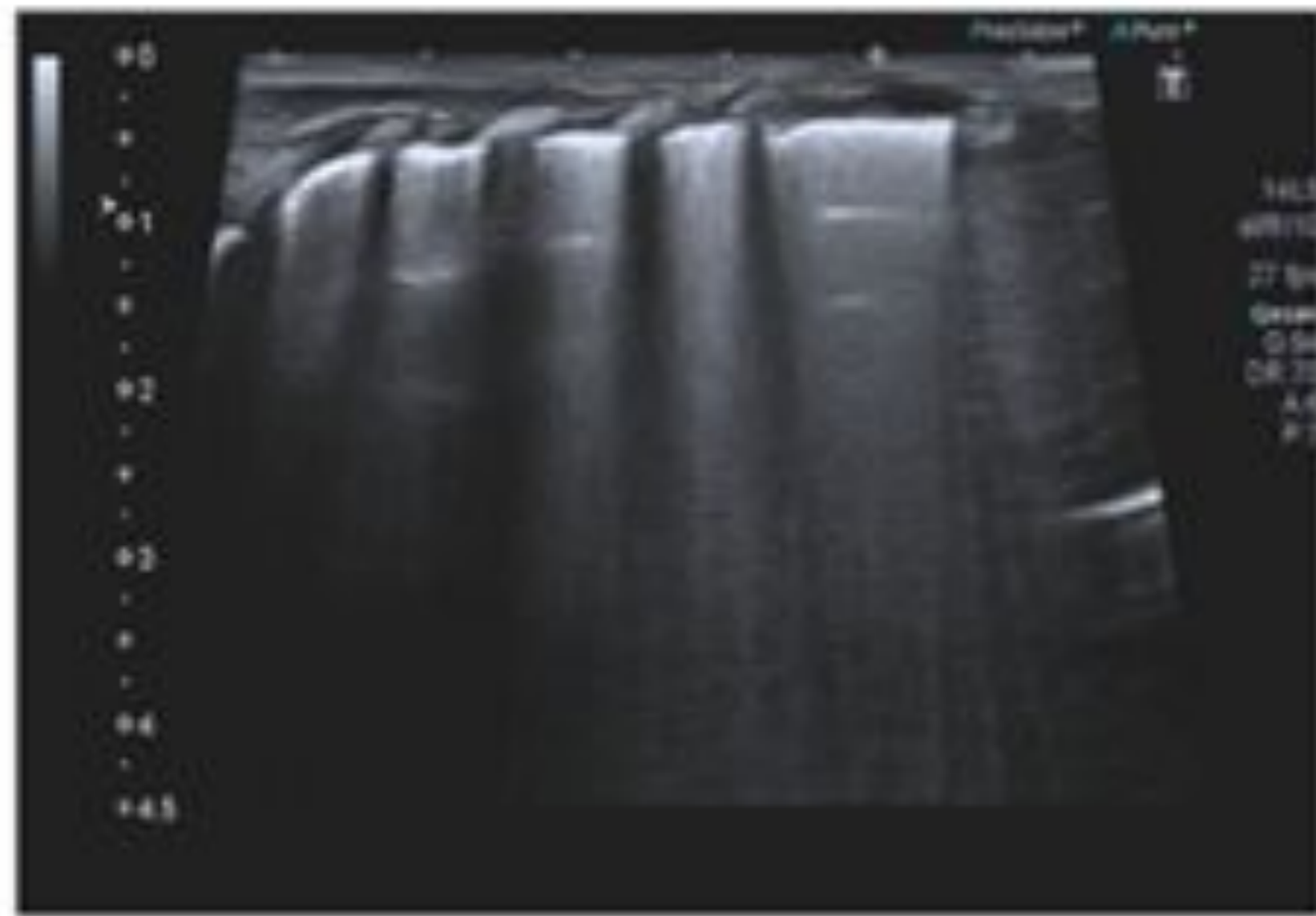
PERO ESTE PATRÓN NO ES ESPECIFICO

PATOLOGIA ECOGRAFICA EN NEONATOS:

TAQUIPNEA TRANSITORIA DEL RECIÉN NACIDO

Patrón característico:

- Alveolo-intersticial leve.
 - Líneas B compactas en campos inferiores (pulmón blanco)
 - Apariencia casi normal en campos superiores (pulmón negro)
 - Línea pleural lisa.
- ➔ Gradiente



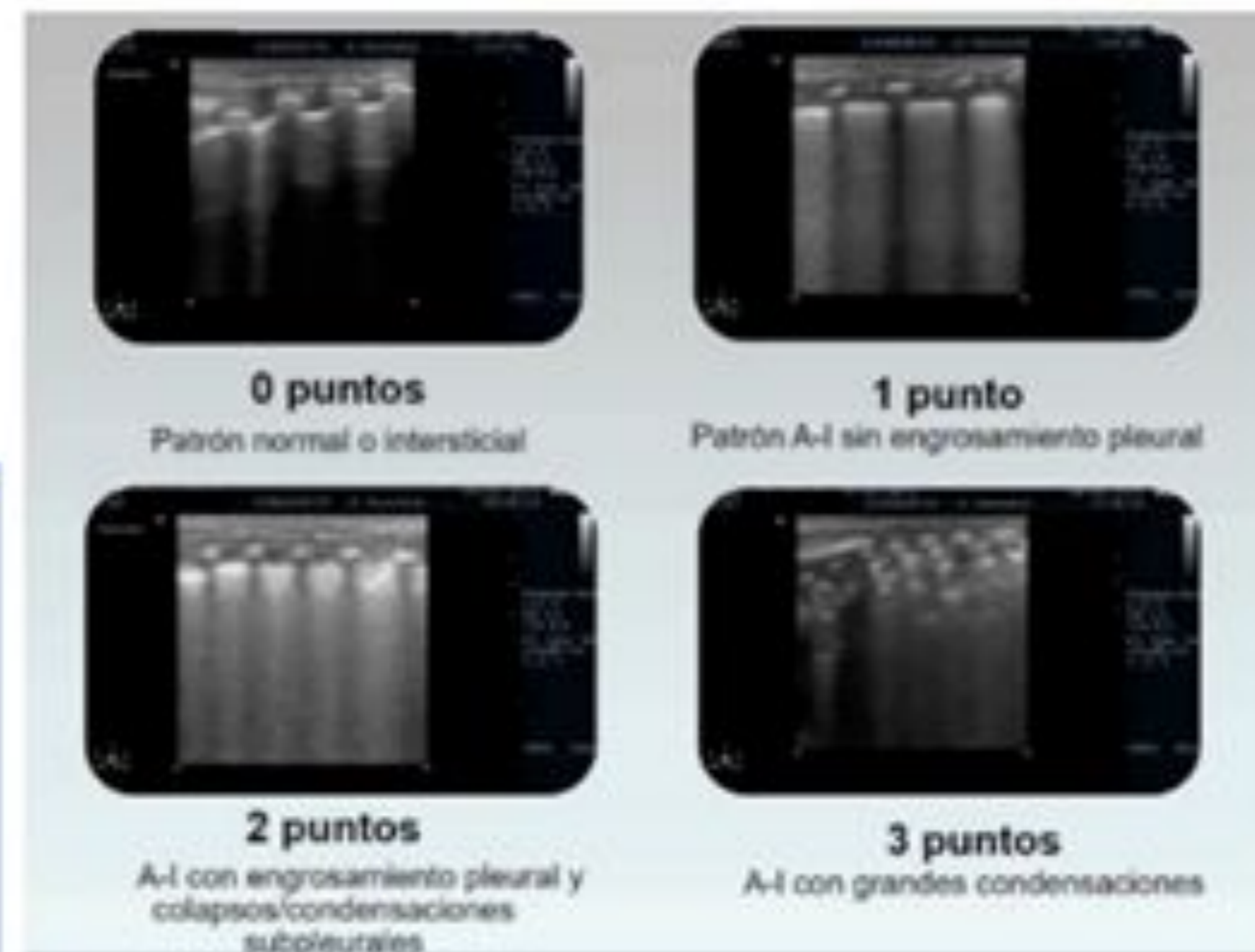
En la TTRN, se produce aclaramiento incompleto del pulmón fetal antes de la primera respiración. Dará lugar a un patrón alveolo intersticial leve (Fig 1) con gradiente creciente en bases debido al acúmulo de líquido en zonas más declives.

ENFERMEDAD POR DÉFICIT DE SURFACTANTE

1. Alveolo-Intersticial
2. Patrón uniforme
3. Ausencia de gradiente
4. Irregularidad pleural con líneas B confluentes.
5. Colapsos subpleurales

PRÁCTICA CLÍNICA:

- Correlación entre la severidad del patrón ecográfico y el desarrollo de la enfermedad.
- Las alteraciones ecográficas preceden al deterioro clínico.



En 2015 se publicó este estudio, con el objetivo de valorar la correlación EcoP con la oxigenación y la necesidad de surfactante.

Para ello se establecen sistemas de puntuación semicuantitativos. Se divide el pulmón en áreas y para cada área se le da una puntuación según tenga un patrón de más leve a más grave. Bien, pues esta puntuación se relaciona estadísticamente con la oxigenación pulmonar. A mayor puntuación menores valores de oxígeno.

JAMA Pediatrics Published online August 3, 2015

Original Investigation | CAREING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates Treated With Continuous Positive Airway Pressure

Andriana Ritalo, MD; Nadeya Yusuf, MD; Ronald Hays, MD; Stephanie Harwood, MD; Steven Markovitz, MD; Canada Decloux, MD, PhD

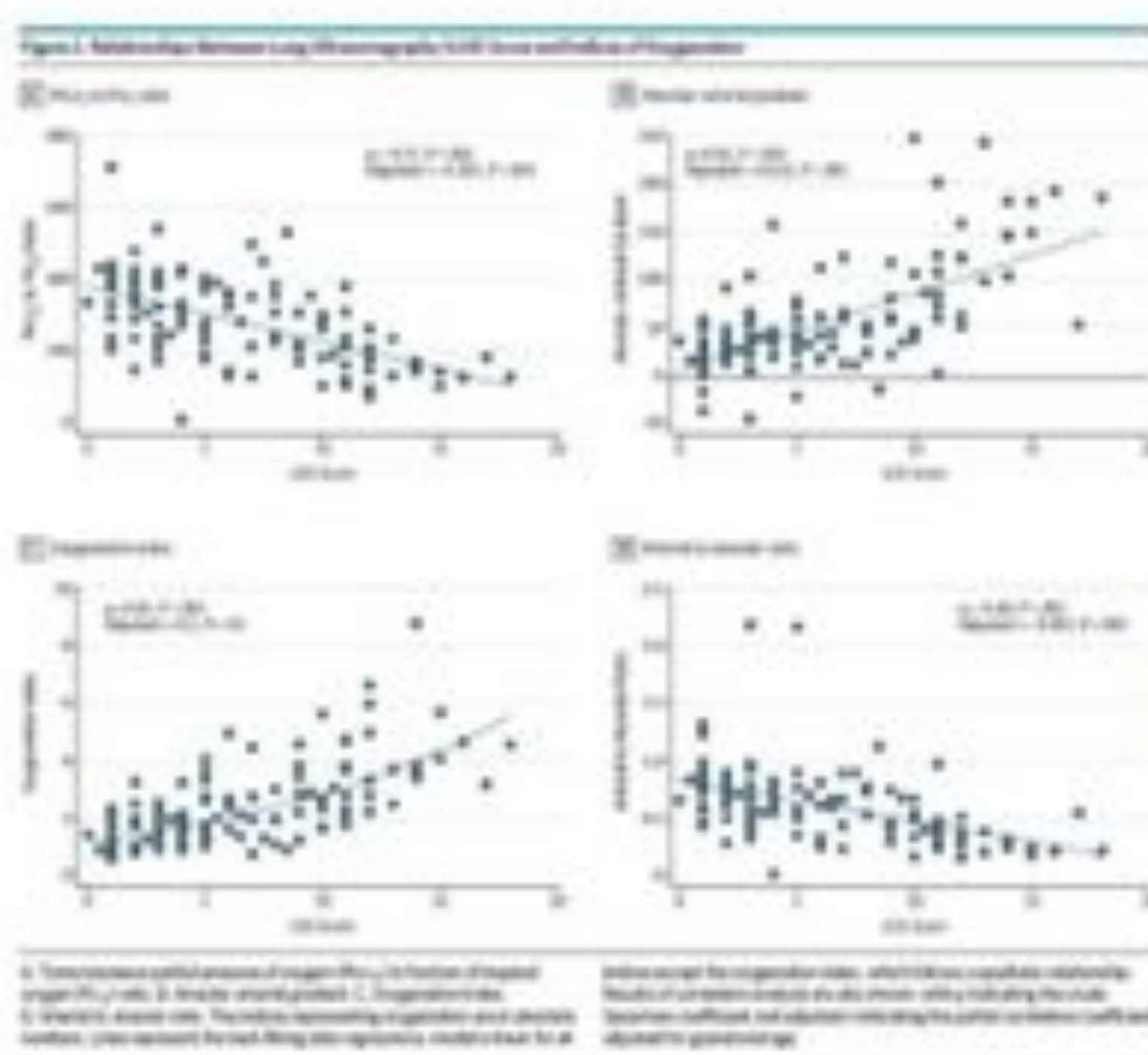
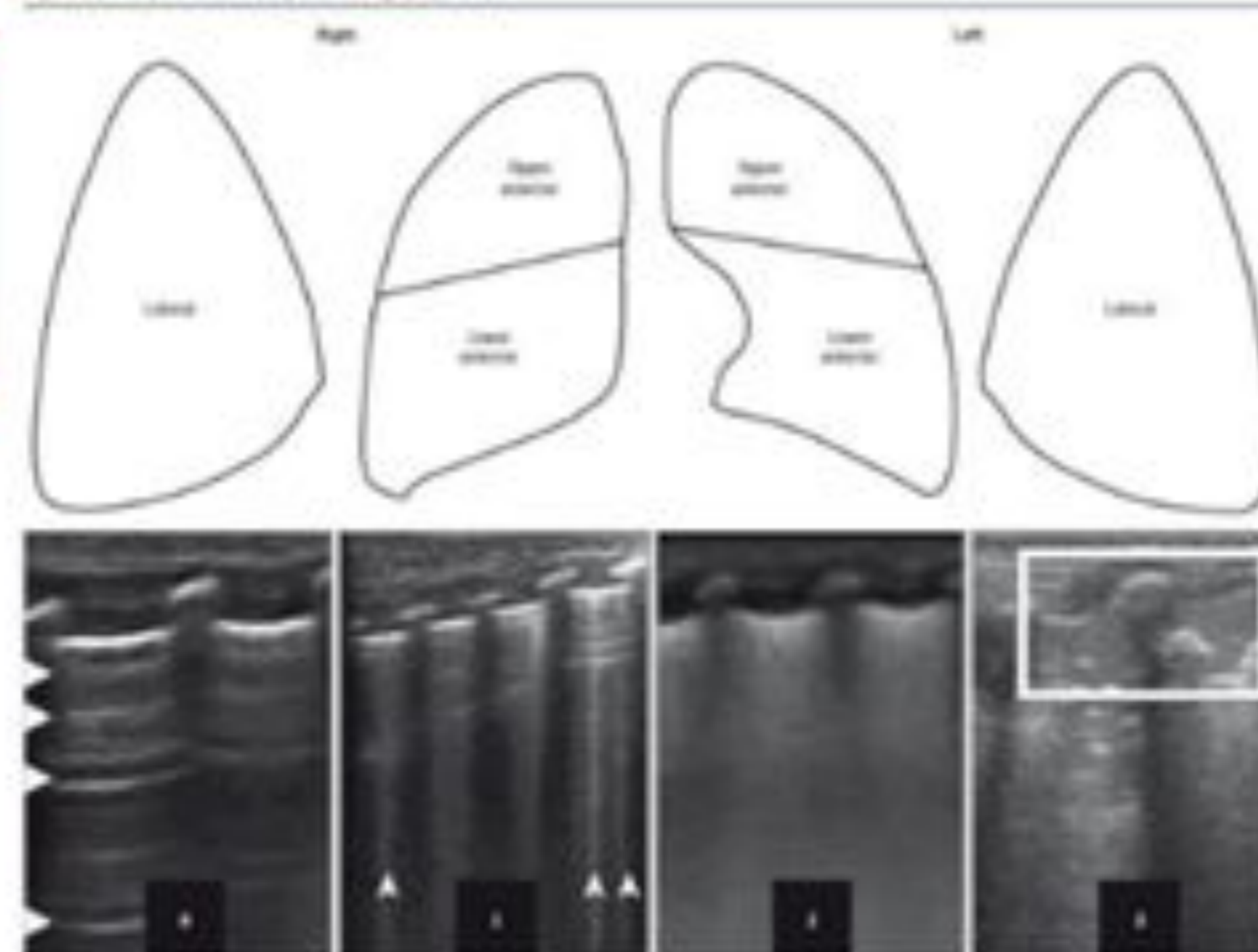


Figure 1. Description of the Lung Ultrasonography Score



Each lung lobe is divided into 4 areas, as shown in the upper part of the figure. For each area, a score of 0 to 3 has been assigned. Scores within a lobe correspond to 4 different patterns as shown in the ultrasonograms. Patterns were photographed during a single breath with high-resolution B-mode (frame rate 120) using 12.5 MHz. Scores are given as follows: for any lung area, 0 indicates a pattern defined by the presence of only A-lines (normal); 1, a pattern defined as the presence of 1-2 B-lines (interstitial); 2, confluent pattern (defined as the presence of confluent and coalescent B-lines with or without confluent subpleural consolidations); and 3, confluent consolidation.

Objetivo: Correlación EcoP con la oxigenación y necesidad de surfactante

SISTEMAS DE PUNTUACIÓN SEMICUANTITATIVOS

Campos anteriores y laterales. Puntuación:

- 0: Patrón líneas A
- 1: Patrón líneas B no confluentes
- 2: Patrón AI difuso
- 3: Consolidaciones

- El patrón pulmonar ecográfico y el score semicuantitativo se correlacionan con la gravedad del SDR.
- Un score ecográfico tiene una alta S y E para predecir la necesidad de surfactante. Pueden ayudar precozmente en la toma de decisiones terapéuticas en el SDR.

RNPT 29 s. EMH III. Administrada una dosis de surfactante a las 3hdv.

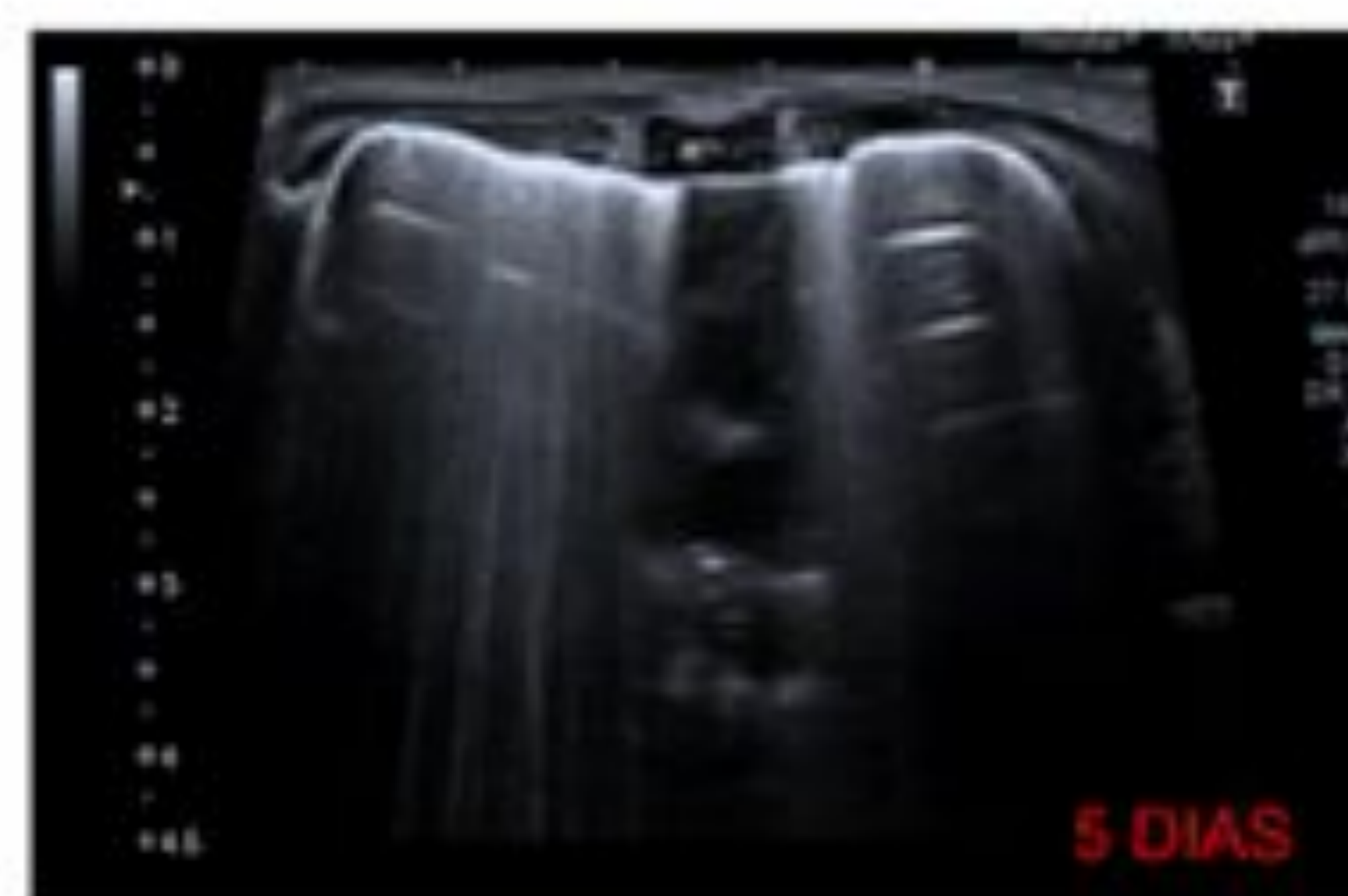
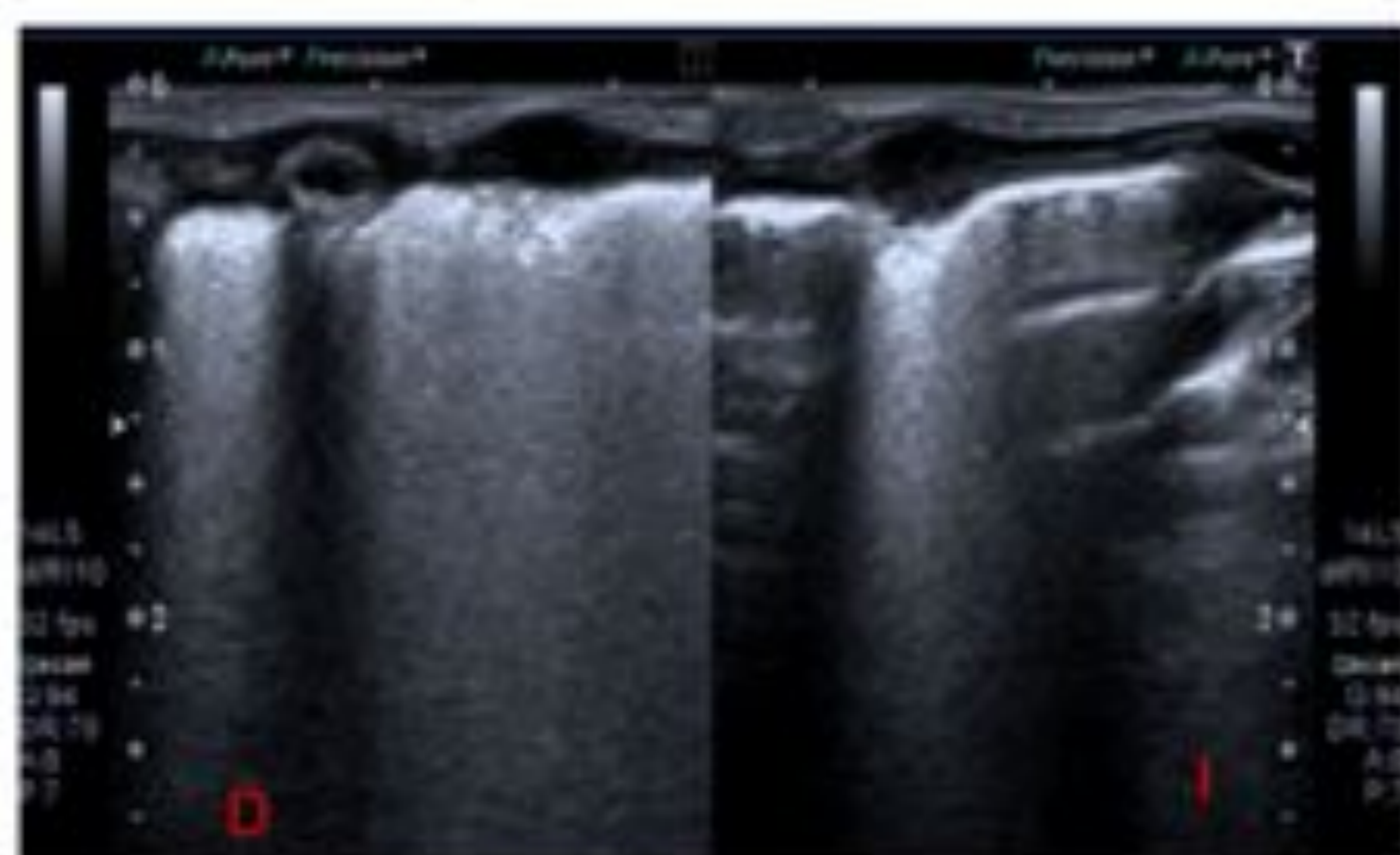
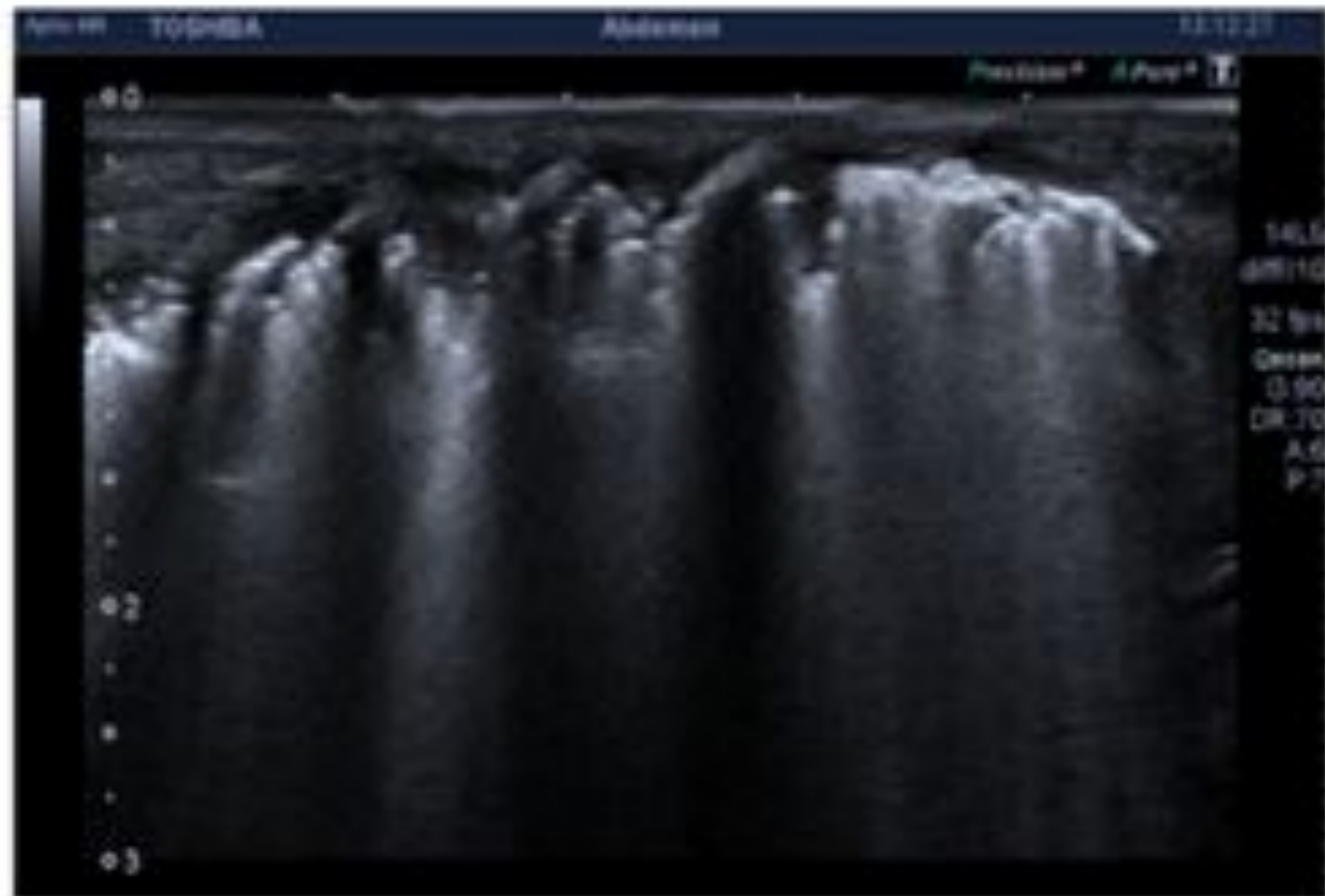


Fig 1 y 2. Radiografía al nacer y a las 3 horas de vida tras administración de surfactante. El paciente continúa con síntomas de disnea y se identifica tórax asimétrico. Se realiza ecografía a las 24 h (Fig.3) que permite valorar la distribución asimétrica de surfactante con mejoría del pulmón izquierdo. en la Fig 4. se identifica la mejoría del patrón tras repetir la administración de surfactante .

DISPLASIA BRONCOPULMONAR

Patrón no homogéneo

1. Alveolo - intersticial
2. Ausencia de gradiente
3. Irregularidad pleural
4. Colapsos subpleurales
5. Atelectasias
6. Zonas hiperaireadas



Resultado de la INMADUREZ junto con la TOXICIDAD Y BAROTRAUMA que se produce en PT que han recibido soporte ventilatorio prolongado

El aspecto radiológico de los pulmones esponjosos en la DBP es muy variable. Los hallazgos dependen del tamaño de las burbujas, del grado de cambios inflamatorios y fibrosis intersticiales asociados.

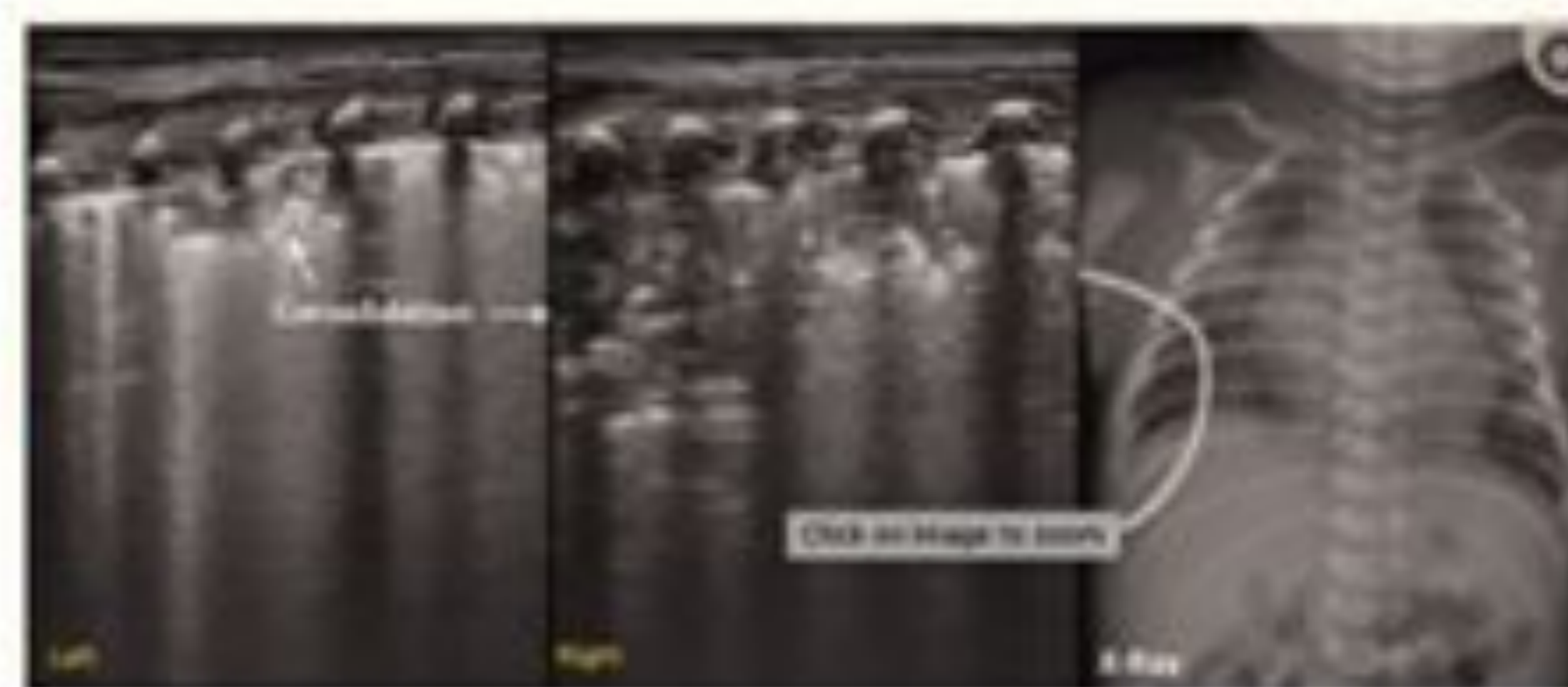
SINDROME DE ASPIRACIÓN MECONIAL

J Pediatr. 2018 Dec; 184(6): 1134-1142. PMID: 30353774
Published online 2018 Nov 5. doi: 10.1016/j.jpeds.2018.09.054 PMID: 30353774

Lung ultrasonography to diagnose meconium aspiration syndrome of the newborn

Jin L, Liu Y, Liu Y, Liu Y, and Liu Y

Author information · Article notes · Copyright and License information Disclaimer



- Patrón AI.
- Focos de consolidación irregular con broncograma aéreo, con pleura engrosada y desaparición de las líneas A.
- Buscar signos de neumotórax y derrame

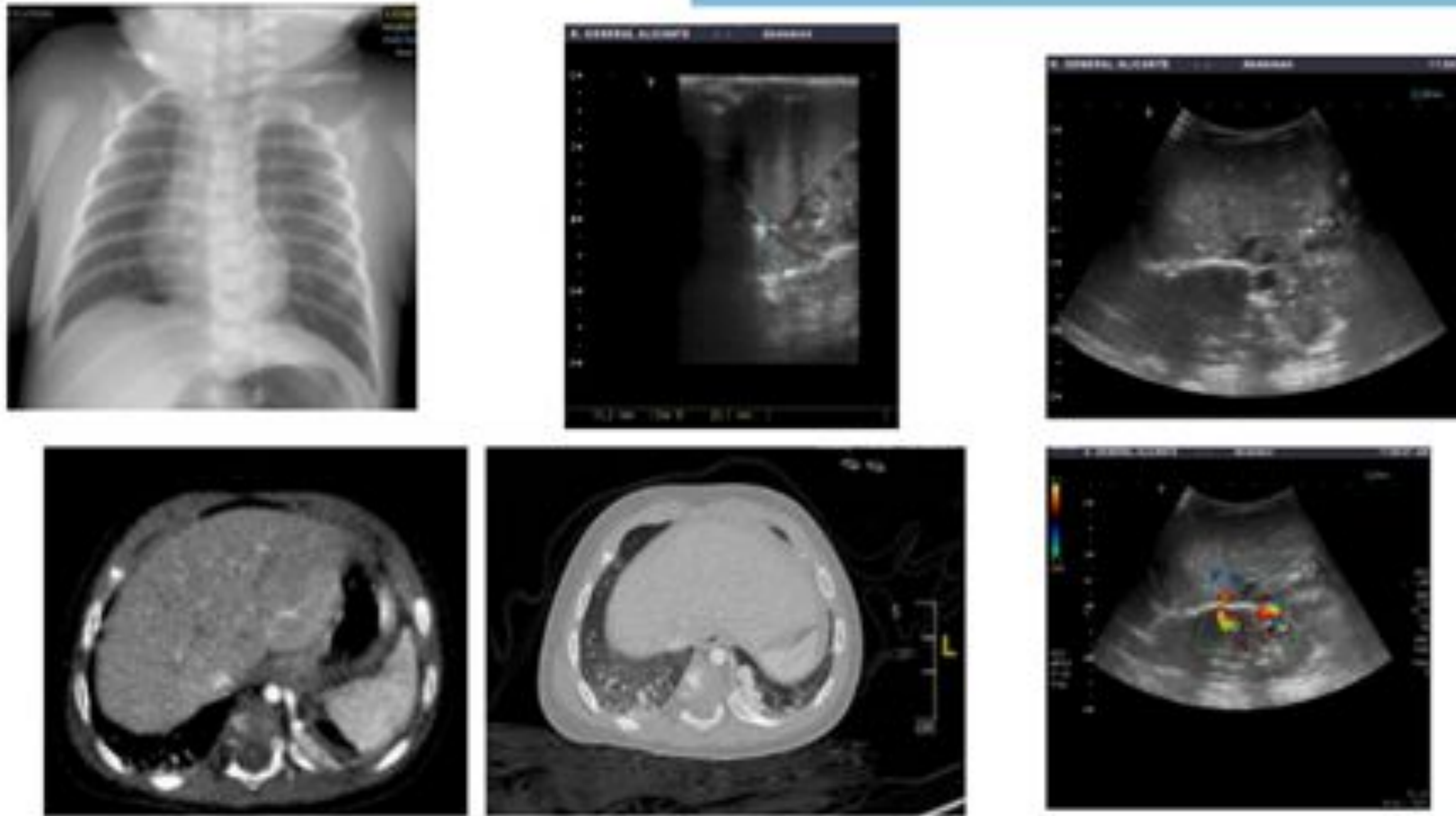
Niños maduros o postmaduros, producen evacuación del colon como respuesta vagal refleja a distress fetal e hipoxia.

Meconio: irrita la vía aérea y la obstruye y produce inflamación de la vía aérea (neumonitis) y obstrucción. También se asocia con colapso subsegmentario e hiperinsuflación compensatoria.

5. CASOS ESPECIALES.

PATRON DE ANOMALIAS PULMONARES CONGENITAS

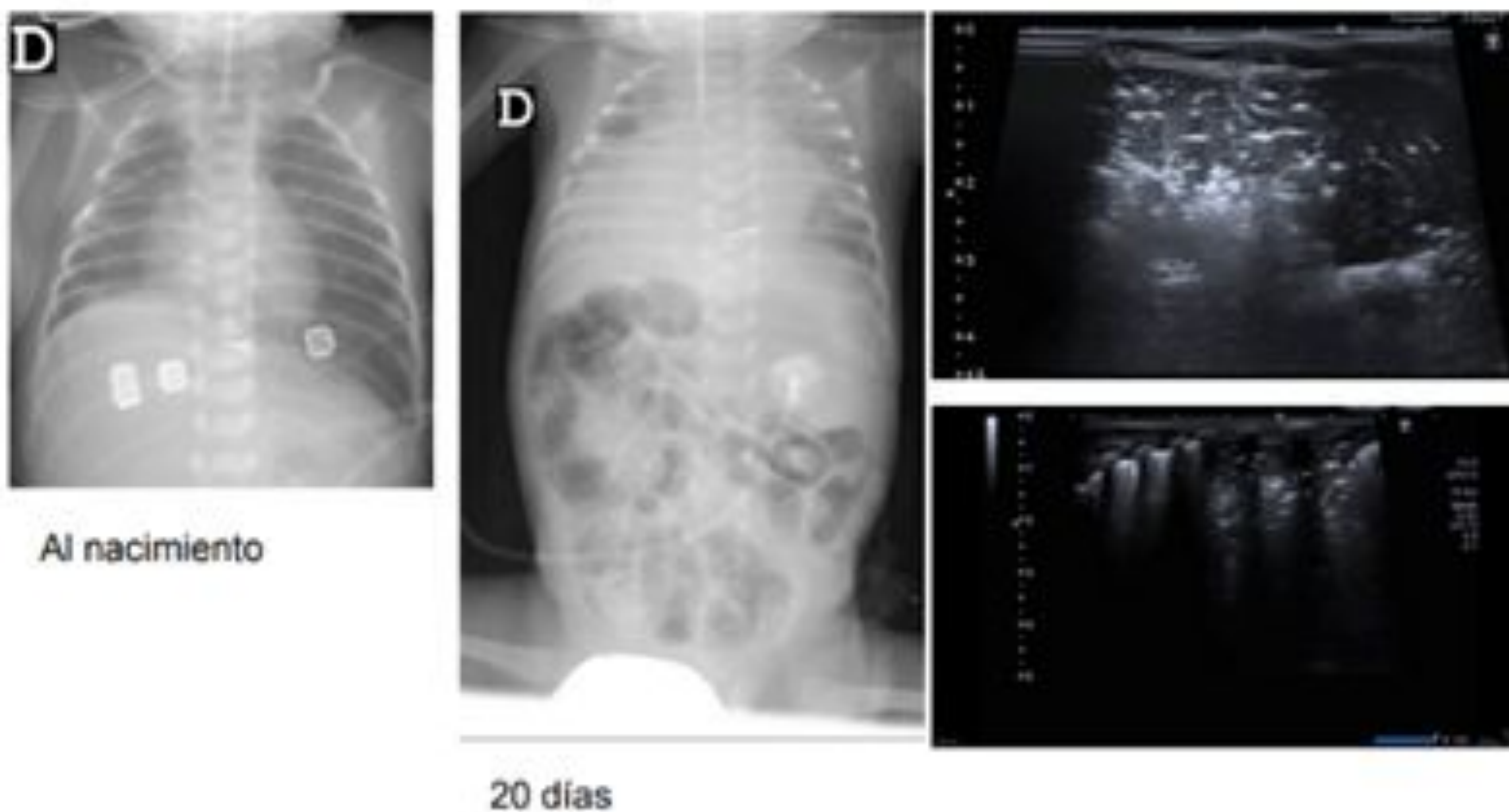
- Condensaciones
- Imágenes quísticas hipoecoicas
- Aireación progresiva en las primeras horas o días.



La ecografía también resulta muy útil para el diagnóstico de anomalías pulmonares congénitas y anomalías pulmonares congénitas.

RNPT 26 semanas por corioamnionitis materna. Eco 20 normal.

1. Se diagnostica de Sd polimarfomativo, interviniéndose de atresia esofágica, duodenal y anorectal.
2. A los 20 días de la cirugía empeoramiento clínico. Sospecha de sepsis tardía. A las 24 h empeoramiento súbito del estado general



Al nacimiento

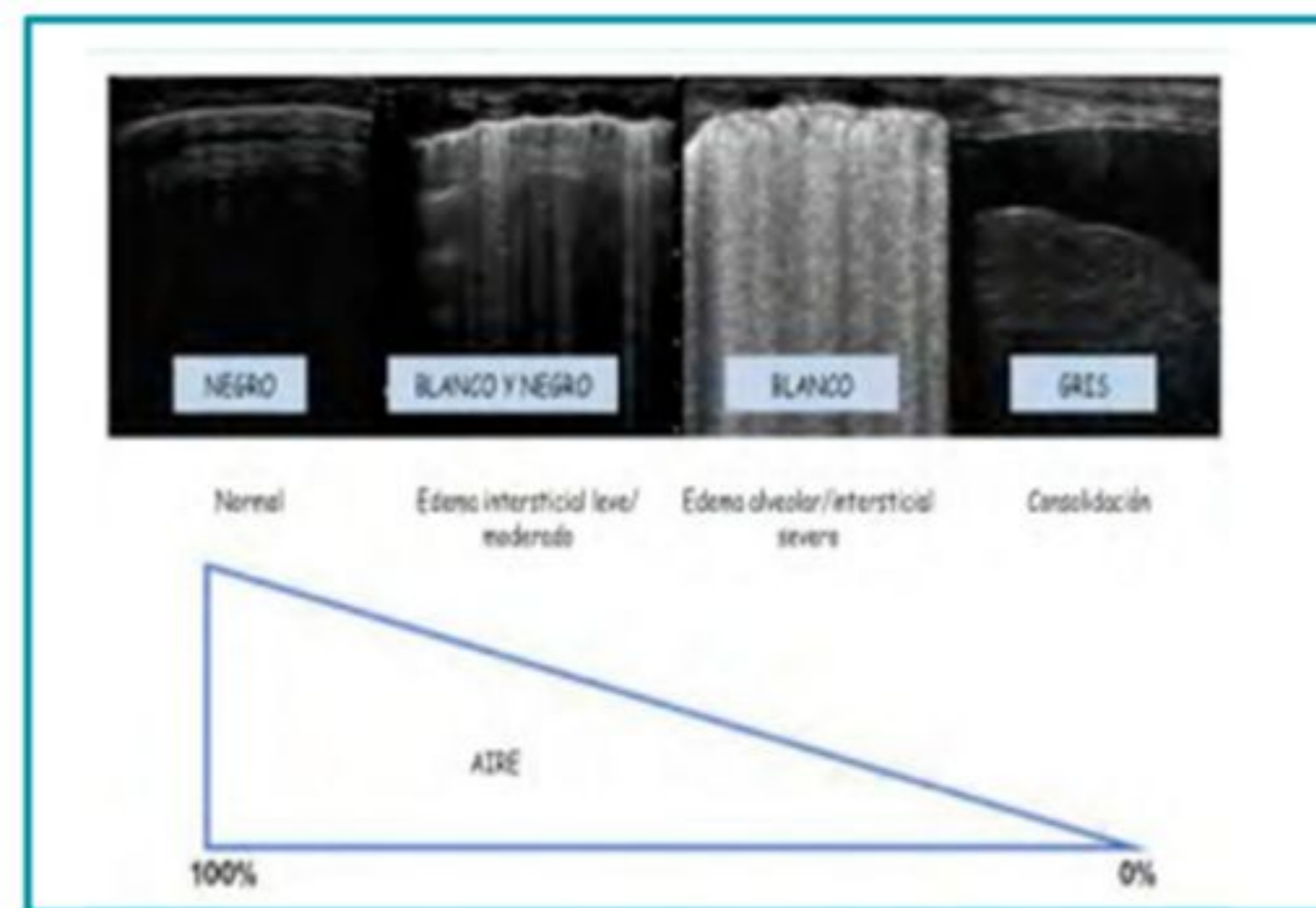
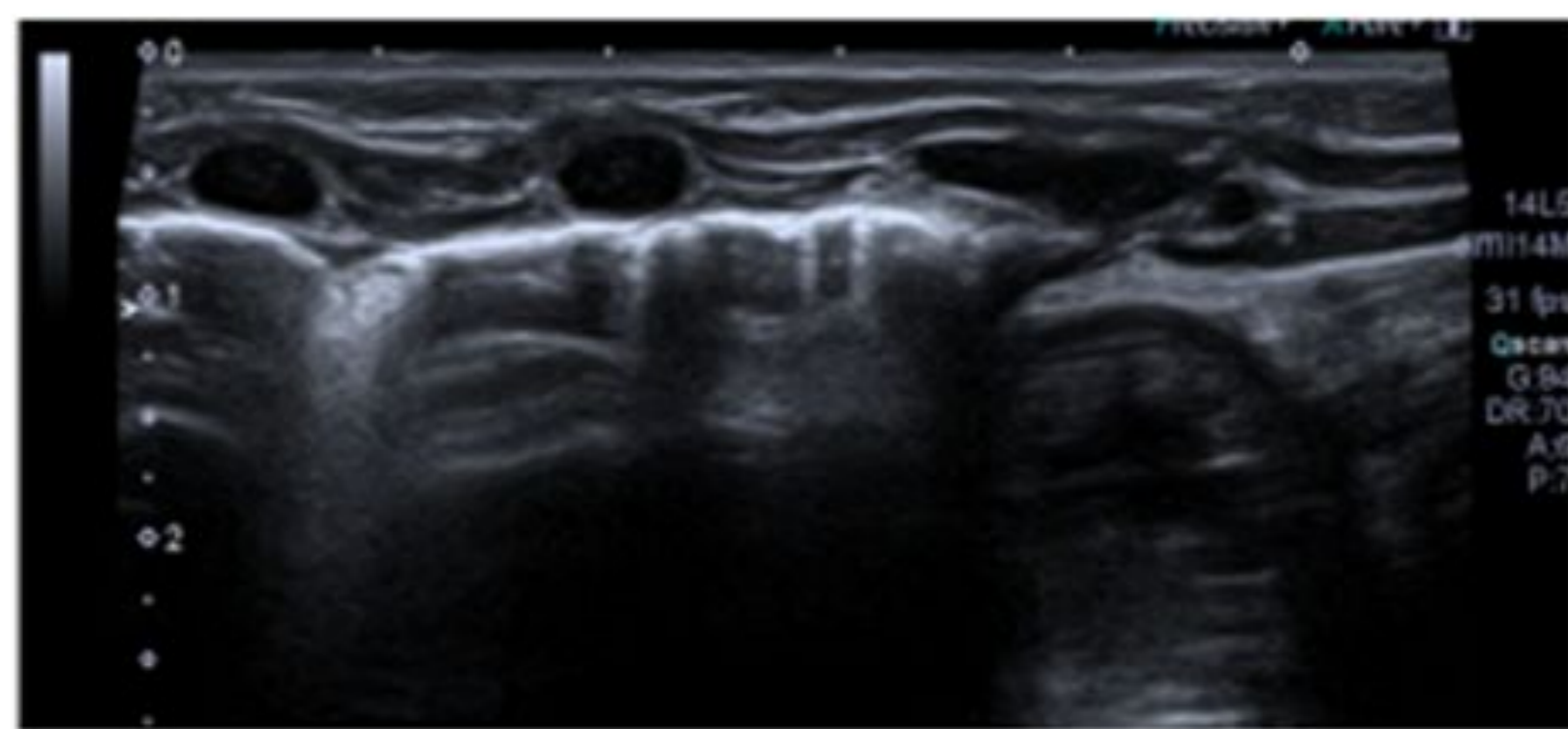
20 días

Fig2. los 20 días, en la radiografía (Fig2) se identifica opacificación de hemitórax derecho y burbujas aéreas. Confirmándose con ecografía la presencia de herniación hepática con gas portal.

6. CONCLUSIONES.

- La ecografía pulmonar es una herramienta útil y puede ser una alternativa a la radiografía de tórax.
- Es importante conocer la semiología ecográfica del pulmón sano y patológico para lograr una adecuada orientación diagnóstica.
- Utilizar terminología radiológica y consensos con colaboración de los equipos de médicos clínicos.

ARTEFACTOS:
LINEA PLEURAL
LINEAS A
LINEAS B



NEUMOTÓRAX

1. **Ausencia de deslizamiento pleural.**
2. **Ausencia de Líneas B.**
3. **Presencia de líneas A.**
4. **"Punto pulmonar"**
5. Modo M, ausencia de "la playa" y aparición del **"signo de la estratosfera"** (ausencia de deslizamiento pleural)

BIBLIOGRAFIA:

1. Roselyne Brat, MD; Nadya Yousef, MD; Roman Klifa, MD; Stephanie Reynaud, *Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates Treated With Continuous Positive Airway Pressure* JAMA Pediatr. 2015;169(8)
2. Raimondi, F., Migliaro, F., Sodano, A., Ferrara, T., Lama, S., Vallone, G., & Capasso, L. (2014). *Use of Neonatal Chest Ultrasound to Predict Noninvasive Ventilation Failure.* PEDIATRICS, 134(4), e1089–e1094.
3. Jing Liu, Dalibor Kurepa, Francesco Feletti, Almudena Alonso-Ojembarrena International Expert Consensus and Recommendations for Neonatal Pneumothorax Ultrasound Diagnosis and Ultrasound-guided Thoracentesis Procedure, March 2020.
4. Hayri Levent Yilmaz a Ahmet Kağan Özkaya b, Sinem Sarı Gökay, Özlem Tolu Kendir *Point-of-care lung ultrasound in children with community acquired pneumonia* American Journal of Emergency Medicine 35 (2017) 964–969
5. Jacob A. M. Stadler & Savvas Andronikou & Heather J. Zar Lung ultrasound for the diagnosis of community-acquired pneumonia in children *Pediatr Radiol* (2017) 47:1412–1419
6. M. Federici, P.V. Federici F. Feleppa C. Gizzi R. Agostino A. Bellelli V. David *Pulmonary ultrasonography in the follow-up of respiratory distress syndrome on preterm newborns. Reduction of X-ray exposure* Journal of Ultrasound (2011) 14, 78e83
7. Curso de ecografía pulmonar en neonatología. Hospital Universitario de Basurto. Bilbao 2022