

26. Ecografía torácica clínica en el niño hospitalizado

¹Anna Gelman Bagaría, ²Luís Renter Valdovinos.

¹Planta de Pediatría. Servicio de Pediatría. Hospital Universitario Parc Taulí de Sabadell.

²Unidad Cuidados Intensivos Pediátricos. Servicio de Pediatría. Hospital Universitario Parc Taulí de Sabadell. Sistema de Emergencias Médicas Pediátricas. Hospital Universitario Vall d'Hebrón.

Fecha de publicación: noviembre de 2019

Resumen

La ETC es una herramienta que ofrece inmediatez, autonomía y especialmente importante en pediatría por no ser ionizante. Por el contrario, las principales desventajas son su dependencia de las habilidades del realizador. Un correcto y no necesariamente prolongado aprendizaje puede minimizar dicho problema y la posibilidad de interpretaciones incorrectas que puedan conllevar un manejo inadecuado e incluso dañino del paciente. La evidencia científica a favor de su uso es cada vez mayor y el clínico que se inicia en su uso la considera indispensable en poco tiempo.

Este protocolo ofrece las bases teóricas de la ecografía torácica clínica y las características ecográficas de las principales patologías en el niño con insuficiencia respiratoria aguda. Resulta imprescindible, sin embargo, que el clínico que se inicie en la ETC lo haga también con un aprendizaje práctico, al lado de un médico experimentado, y que siga haciendo ETC de forma rutinaria, para conseguir un buen manejo técnico e interpretativo.

Introducción

La ecografía realizada por el médico responsable del paciente tiene múltiples denominaciones; *ecografía clínica, dirigida, a pie de cama*, reflejando siempre alguna de sus principales características.

Puede realizarse ecografía clínica de casi todo el cuerpo en función de los síntomas del paciente y necesidades del médico tratante (pulmón, corazón, hueso, abdomen, cerebro, ojo, partes blandas...), siendo un campo muy extenso e inabarcable en un solo protocolo. Hemos decidido centrar este capítulo en la ecografía torácica clínica (ETC), puesto que la alta frecuencia de patología respiratoria en el niño hospitalizado sumada a la rápida curva de aprendizaje de ésta, la convierten en una herramienta muy eficiente y en nuestra experiencia muy útil para el manejo diario del niño hospitalizado.



La ETC se presenta como una herramienta rápida, autónoma e inocua que puede ayudar en el diagnóstico y manejo del niño con insuficiencia respiratoria aguda evitando, además, la realización de múltiples radiografías. Pretende ser funcional y no anatómica como la del radiólogo, con un gran potencial en mano del médico tratante del paciente, que puede correlacionar los resultados con la clínica. Se presenta, pues, como una extensión de la exploración física habitual del enfermo, con la posibilidad de repetirla tantas veces como esta misma, permitiendo así evaluar la respuesta a tratamientos.

Siempre con la historia clínica y la exploración física por delante (somos clínicos, no radiólogos!), la ETC del niño hospitalizado, que no nos llevará más de 5 minutos, nos ayudará en nuestro día a día a responder preguntas de manera dicotómica como: ¿este paciente tiene una neumonía/atelectasia? ¿Tiene un derrame pleural? ¿Tiene un neumotórax? ¿Tiene un patrón intersticial compatible con bronquiolitis? ¿Tiene un patrón compatible con bronquitis aguda?

Contenido del tema

1. Principios físicos
2. Material
3. Técnica
4. Sistemática
5. Pulmón sano
6. Patologías

1. Principios físicos

El sonido es una onda mecánica de transmisión longitudinal y se denomina ultrasonido (US) por estar fuera del rango perceptible por el oído humano. Desde un punto de vista práctico y sencillo debemos de tener en cuenta ciertas características del US.

- **Frecuencia:** nº de ciclos en unidad de tiempo. Depende de la sonda que utilizemos. Cuanto mayor sea la frecuencia del US emitido, mayor será la definición de la imagen obtenida, pero menor será la penetración del US.
- **Velocidad de propagación:** del US a través del cuerpo es diferente según el tipo de tejido. Para su aplicación en ecografía se considera una velocidad constante de 1540 m/sec (que corresponde a la velocidad en tejidos blandos). La profundidad de un tejido determinado representado en la pantalla del ecógrafo es calculada usando el tiempo que le cuesta al eco generado por dicho tejido volver al transductor.

- **Amplitud:** Se correlaciona con la intensidad de la onda. El ecógrafo mide la amplitud de la onda que retorna y lo representa en la pantalla en una escala de grises. A mayor intensidad, más hiperecoica (blanca) será la imagen, a menor intensidad, más hipoecoica (negra), pasando por un rango intermedio de intensidades (grises). Cuanto más rico sea un tejido en agua más hipoecoica será la imagen generada al poder atravesar fácilmente el tejido e ir entonces perdiendo energía antes de retornar a la sonda.

Al viajar el US a través de tejidos aparece el efecto de **reflexión** o **eco**, que es la vuelta a la sonda de parte del US. Ocurre en la **interfase** (zona de separación) entre dos tejidos.

A mayor diferencia de impedancia acústica (resistencia al paso del US) entre dos tejidos, mayor amplitud tendrá el US reflejado, generando en la pantalla una imagen más hiperecoica. Este efecto explica que la pleura, los huesos o cualquier tejido con aire subyacente (estómago, asa intestinal...) generen una imagen muy hiperrefringente, al ser tejidos que no permiten el paso de US.

Artefactos: son errores generados por el propio ecógrafo al interpretar ecos causados por procesos físicos que afectan a la interacción de los US con los tejidos. [Son fundamentales para la interpretación de la ETC.](#)

- **Reverberación:** provocado por el rebote mantenido del US entre dos interfases muy reflectoras generando líneas muy brillantes repetidas, de intensidad decreciente y equidistantes desde el transductor (líneas A) (fig. 1, fig 2a).

- **“Ring down”:** producido al incidir el US sobre gotas de agua entre burbujas de aire provocando que dicha gota vibre y cree una onda que es transmitida al transductor generando en el ecógrafo una imagen continua subyacente (por ejemplo, Líneas B pulmonares). La imagen es intensa y lineal, como un “rayo láser” (fig. 2b).

- **Sombra acústica:** imagen hipo o anecoica subyacente a una estructura que provoca una gran atenuación del haz de US. Ocurre con el hueso, litiasis cálcicas... (fig. 2b)

- **Imagen especular:** generada por algunas estructuras oblicuas (diafragma, pericardio) capaces de refractar (desviar) el haz de US. Ese haz desviado retorna y encuentra una estructura más superficial y refleja su imagen (fig. 2c, líneas grises). Al llegar la señal a la sonda más tarde de lo que debiese desde esa estructura, el ecógrafo la procesa y la muestra en la pantalla como si estuviese más profunda (fig. 2c, estructura gris “Falsa”). A la vez, esa estructura también está representada en la imagen de forma correcta (fig. 2d, estructura negra “Real”) gracias a la correcta reflexión de algunos haces de US representados en figura 1c mediante flecha negra discontinua.



2. Material

2.1. **Sondas o transductores:** contiene cristales con propiedades piezoeléctricas que, al ser sometidos a una corriente eléctrica alterna, vibran y emiten ultrasonidos de una frecuencia característica. Al aplicar el transductor sobre una superficie, las ondas de sonido viajan a través de los tejidos. A medida que avanzan, tal cómo hemos explicado anteriormente, parte de ellas serán reflejadas en forma de ecos. Éstos son devueltos al transductor, donde interaccionan con los cristales, produciendo una señal eléctrica que será analizada y transformada en un punto de luz.

2.1.1. **Frecuencia (MHz):** cuanto mayor sea la frecuencia del US, menor será la profundidad que alcancen, pero mayor será la resolución o definición de la imagen que generen. Por tanto, los transductores de alta frecuencia (7 a 20MHz) se utilizarán para el estudio ecográfico de estructuras superficiales, cómo en nuestro caso, la línea pleural.

2.1.2. **Forma o huella:** las hay lineales, convexas, sectoriales (“de cardio”), microconvexas y endocavitarias. Las que utilizaremos en ETC en pediatría son las lineales, que son planas y generan una imagen rectangular en la pantalla. Sirven para estudiar estructuras concretas y superficiales, por lo que son siempre de frecuencias elevadas.

2.1.3. **Mantenimiento:** Extremadamente frágiles resultan las sondas y también los cables de las sondas que frecuentemente quedan tocando el suelo y pueden quedar pinzados por las ruedas del ecógrafo. Es obligada la limpieza de la sonda antes y después de cada uso. Se realizará con productos permitidos por el fabricante.

2.2. **Controles básicos ecógrafo:** cada casa comercial hace ecógrafos diferentes. Los ideales para el uso en una planta y por clínicos son aquellos intuitivos, portátiles y resistentes. Para nuestras necesidades sirve conocer unos pocos controles para poder realizar ecografía clínica.

2.2.1. *ON/OFF*

2.2.2. *Paciente:* para introducir datos del paciente

2.2.3. *Preset o Examen:* para seleccionar unos parámetros preconfigurados que mejoren la calidad de la imagen de la exploración que vayamos a realizar. Para ecografía torácica, usaremos “pulmón”, o bien, si éste no está preconfigurado, utilizaremos otro preset que trabaje con estructuras superficiales, por ejemplo “acceso vascular” o “músculo-esquelético”.



- 2.2.4. *Profundidad*: permite determinar la máxima profundidad que queremos que aparezca en pantalla. Existen una mínima y máxima que vendrá determinada por la sonda y/o frecuencia elegida. Seleccionar aquella que optimice la imagen de la estructura que queramos estudiar.
- 2.2.5. *Ganancia* (“Gain”): Amplifica la señal recibida por la sonda para darle más brillo sin manipular la intensidad del US emitido.
- 2.2.6. *TGC* (“Time Gain Compensation”): ajusta la ganancia a distintas profundidades de la imagen.
- 2.2.7. *B-mode* (“Brightness”) o *2D*: aparece por defecto. Modo habitual usado en ecografía.
- 2.2.8. *M-mode* (“Motion”): muestra comportamiento (movimiento) de la zona estudiada (un único haz de US) en el tiempo.
- 2.2.9. *Congelado* (“Freeze”): parada de la imagen. El ecógrafo deja de emitir US.
- 2.2.10. *Doppler color* (“Color FlowMode”): muestra velocidad y dirección de un flujo.
- 2.2.11. *Doppler Pulsado*: representa gráficamente una zona concreta del anterior en el tiempo.
- 2.2.12. *Almacenado/ Grabado*: permite guardar imagen/ video de lo estudiado.

3. Técnica

3.1. Posición: la ecografía torácica puede realizarse con el paciente sentado o bien estirado.

Nos colocaremos preferentemente a la derecha del paciente, pudiendo estar de pie o sentados junto a él, siendo muy importante que estemos cómodos.

3.2. Preconfigurado y sonda: Seleccionar preconfigurado de pulmón. En caso de no existir, usar los de estructuras superficiales (acceso vascular, músculo-esquelético). Uso de sonda lineal de alta frecuencia.

3.3. Ejes: estudiaremos el tórax en dos ejes del espacio (Fig 3a):

- Longitudinal (o sagital)
- Transversal “intercostal” (o axial)

Es muy importante tener en cuenta la orientación de la sonda sobre el paciente de cara a que todos lo hagamos de forma similar facilitando así una rápida interpretación de las imágenes. Por consenso [la marca de la sonda sobre el paciente debe colocarse hacia cabeza en cortes longitudinales y hacia la derecha en cortes transversales](#) (Fig. 3a).

Teniendo en cuenta que en pantalla la marca nos aparecerá siempre a la izquierda de la misma podremos orientarnos en el espacio (Fig 3b y 3c).

3.4. Áreas: estudiaremos el pulmón, en sentido longitudinal, en 6 áreas:

- Anterior derecha e izquierda: a la altura de mamila, desde clavícula hasta visualizar diafragma. Tener en cuenta que en el lado izquierdo se interpondrá corazón.
- Lateral derecha e izquierda: desde axila (lo más arriba que se pueda colocar la sonda) hasta visualizar diafragma.
- Posterior derecha e izquierda: a nivel para esternal, desde primeras vértebras torácicas, hasta visualizar diafragma. Ya que tenemos las escápulas, tendremos que estudiar estas áreas resiguiendo los bordes internos de las mismas.

Si en cualquiera de estas áreas, vemos una imagen que nos llama la atención, podremos cambiar a plano transverso (colocándonos entre costilla y costilla) para estudiarla con más detalle.

4. Sistemática:

4.1. Reconocer el “Signo del murciélago”(Fig. 4): con la sonda en longitudinal, en campo anterior. Siempre empezar la ecografía torácica desde éste punto, para situar estructuras y así no cometer errores interpretativos.

- Lo primero será siempre identificar 2 **costillas** (estructuras arciformes hiperecogénicas con sombra posterior); estas dos costillas son las alas del murciélago.
- Línea hiperecoica (cabeza-lomo del murciélago) entre las dos costillas y siempre algo más por debajo de éstas. Esta línea se denomina **Línea Pleural** y corresponde a la pleura parietal; también la visceral siempre que no haya algo que las separe (neumotórax, líquido...). Es hiperecoica debido a la gran diferencia de impedancia acústica de los tejidos blandos de la pared ricos en agua y del parénquima pulmonar rico en aire, lo que conlleva una reflexión total del US y en consecuencia que nada “real” pueda verse por debajo de ella.

4.2. Líneas A (Fig 5): principal artefacto normal. Generado por la reverberación del US al incidir sobre el aire. El US retorna en su totalidad hacia la sonda y parte del US en vez de “entrar” en la sonda vuelve a ser reflejado hacia el pulmón donde vuelve a retornar



generando así múltiples imágenes en la pantalla parecidas a la línea pleural. Es decir, las líneas A son la repetición de la línea pleural, son paralelas y equidistantes. Indica presencia de prácticamente solo aire por debajo de la línea pleural (pulmón normal, bronquitis-asma o neumotórax). Es importante que, al colocar la sonda sobre el tórax del paciente, presionemos bien y basculemos la sonda ligeramente hacia un lado y hacia el otro, dejando la sonda inclinada con el ángulo con que mejor veamos las líneas A. El aire (esté dentro del pulmón, entre las pleuras, en el estómago, o ¡en la habitación del paciente!), siempre genera este artefacto. Estructuras muy refringentes (hueso, metal...) también pueden provocar este artefacto debido a su muy elevada impedancia acústica.

4.3. Deslizamiento pleural: signo dinámico de la línea pleural. Se observa movimiento de ida y vuelta en la misma dirección de la línea pleural coincidente con la inspiración/expiration del paciente. Implica movimiento de la pleura visceral contra la parietal, por lo cual indica que están juntas, sin nada que se les interponga. Se debe buscar siempre en modo 2D. Si se duda sobre si hay movimiento se recomienda la siguiente sistemática: quitar profundidad a la imagen para verlo con más detalle y bajar ganancia para verlo más contrastado. Si persiste la duda, usar modo M a la mínima velocidad posible (Signo del Borde del Mar, fig6). En niños pequeños y en casos de insuficiencia respiratoria, debido a la elevada frecuencia respiratoria y al movimiento de la musculatura accesoria intercostal, puede ser difícil constatar el deslizamiento pleural. En estos casos el modo M será especialmente útil pues nos mostrará una clara diferencia de patrón lineal entre la parte superior y la parte inferior a la línea pleural.

A veces se podrá observar un movimiento similar al previamente explicado, pero más sutil y a la velocidad de la frecuencia cardiaca, producido por la transmisión de los latidos cardíacos. Es denominado “**Pulso de Pulmón**”. También implica contigüidad de ambas pleuras y que esa área pulmonar no está ventilada o poco porque indica que se transmite bien el latido cardíaco y no el movimiento respiratorio.

4.4. Líneas B: Línea que nace en línea pleural, moviéndose con ella y que desciende perpendicularmente a ella hasta la parte más inferior de la imagen borrando todo lo que atraviesa (“rayo láser”). Generada por cierto engrosamiento de los tabiques interlobulares o por un aumento de la proporción de agua en su interior. Aisladas resultan normales, pero >2 en un mismo espacio intercostal visto en longitudinal resulta patológico, pudiendo generar distintos patrones (S. intersticial ecográfico).

5. Pulmón sano

Aunque el niño no es un adulto pequeño, sí que desde el punto de vista ecográfico su pulmón, incluso de recién nacido, es un pulmón de adulto en miniatura y es que la ETC en los niños cumple los mismos principios que en el adulto. Sí debemos tener presente algunas particularidades de la edad pediátrica: la presencia del timo en ciertas edades puede confundirse con una consolidación. También debe tenerse presente que el niño pequeño con frecuencia tiene aire en estómago, lo que puede conllevar la sensación de que es pulmón, y el bazo, que quedaría en medio, confundirse también con una consolidación. Por ello **es muy importante saber orientarnos y para ello reconocer siempre el diafragma, que separa tórax de abdomen.**

Es fundamental entender y recordar que el aire no permite la propagación del US a diferencia del agua donde lo hace extraordinariamente. En consecuencia, **un pulmón sano aireado, no podrá ser visualizado por ecografía, sino que deberemos interpretar los artefactos generados en la interfase tejidos blandos-pulmón.**

El pulmón está conformado por una mezcla de aire y tejido. A efectos prácticos, podemos clasificar el pulmón a estudiar según su **ratio aire/fluido**, que dará lugar a distintas imágenes ecográficas que deberemos saber interpretar. A más aire (pulmón normal), más imágenes basadas en artefactos, a más fluido, más imágenes de tejido pulmonar real (Fig 7).

6. Patologías

6.1. Derrame pleural

Inicio del estudio en zonas más declives ya que por gravedad es donde habrá mayor cantidad de líquido (en concreto en línea axilar posterior, donde veamos el diafragma), con sonda en longitudinal. Signos:

- **Signo del cuadrilátero:** área generalmente anecoica o hipoecoica delimitada por la línea pleural, la sombra de la costilla superior e inferior y la superficie pulmonar (fig. 8).
- **Signo del sinusoide:** en modo M. Movimiento de la pleura visceral por la respiración. Implica baja viscosidad del derrame (fig. 9).
- **Signo de la Medusa:** en derrames muy abundantes, en ángulo costofrénico se puede ver base pulmonar como una masa flotando que se mueve con los ciclos respiratorios. Signo dinámico.
- **Signo del plancton:** ecos internos (hiperecogenicidad) en esa área hipoecoica, sugieren exudado o hemorragia.

Resulta muy útil usar la ecografía torácica siempre que se vean opacidades en radiografía de tórax pues diferencia derrame de consolidación con mayor precisión que esta.

Es recomendable tomar medidas en puntos muy determinados (como por ejemplo en línea axilar media a la altura de la mamila) y siempre con el paciente en la misma posición, para poder ver la evolución en posteriores estudios no siendo necesario aplicar fórmulas matemáticas que estimen el volumen.

Toracocentesis: recomendada la técnica ecoasistida por ser más sencilla e igual de segura que la ecoguiada en la mayoría de procedimientos. Consiste en:

1. Observar mediante ecografía durante varios ciclos respiratorios la no interposición de estructuras de riesgo (pulmón, diafragma, vísceras abdominales) ahí donde se quiera puncionar. No movilizar al paciente tras esta observación.
2. Marcar el punto de punción.
3. Proceder a toracocentesis en punto marcado mediante técnica habitual, sin ecógrafo.

Considerar técnica ecoguiada (a tiempo real) en caso de muy pequeña cantidad de líquido o estructuras sensibles muy próximas al punto de punción.

6.2. Neumotórax

La ecografía torácica es superior a la radiografía de tórax sobre todo para descartar, pero también para diagnosticar. Debería ser de primera elección ante la sospecha, por delante de la radiografía. Posibles falsos positivos ante bullas, ¿¿contusiones??, adherencias pleurales... es decir, situaciones que generan ausencia de deslizamiento pulmonar o muy sutil (la contusión suele general abundantísimas líneas B en esa zona).

Con el paciente en decúbito supino iniciar exploración en zona más anterior (inicio estudio en línea medioclavicular) e ir desplazándose lateralmente. En caso de neumotórax podremos ver perfectamente el signo del murciélago con líneas A muy remarcadas pues el aire libre, entre las dos pleuras, también genera líneas A. Por ello deberemos buscar de forma secuencial los siguientes hallazgos (importante seguir este orden):

1. **Ausencia de deslizamiento pulmonar.** Debido a que la pleura parietal y visceral no están en contacto. En caso de duda en modo 2D, usar el modo M (la ausencia de deslizamiento pleural genera en Modo M un patrón de líneas continuas tanto por encima como por debajo de la línea pleural; signo de la estratosfera o del código de barras, fig. 10). **Por el mismo motivo, ausencia de pulso de pulmón.** Debido a la falta de contacto entre las pleuras.

2. **Ausencia de líneas B.** La visión de éstas (generadas en los tabiques interlobulares – alveolos) implicaría obligatoriamente que la pleura visceral está en contacto con la parietal, pues si hubiese aire entre ambas, éste impediría verlas.
3. **Punto de pulmón o “lungpoint”.** Punto donde en inspiración el parénquima pulmonar (pleura visceral) contacta con la pleura parietal produciendo una imagen de deslizamiento pleural que desaparece en espiración ante el colapso del pulmón y la consecuente pérdida de contacto entre las dos pleuras, debido a la presencia de aire libre extra parenquimatoso. Especificidad del 100%. Determina además hasta dónde llega el neumotórax lo que permite controlar su evolución. En caso de un neumotórax a tensión, este no podrá verse.

6.3. Consolidación

Son visibles debido a que los alveolos pierden el aire que habitualmente tienen en su interior (bien por falta de aireación como en la atelectasia, o bien por aparición de líquido o fluidos como en la neumonía) permitiendo entonces el paso del ultrasonido dando una imagen de aspecto real en la pantalla del ecógrafo (imagen tejido-aparente, fig. 11a). El borde inferior de la consolidación, al estar en contacto con parénquima aireado puede tener un aspecto irregular (signo del desgarro, fig. 11b) que puede ayudar a diferenciarla del timo o de derrame en caso de consolidación de aspecto hipocóico. En función de si la consolidación mantiene aún cierta cantidad de aire en su interior se podrán ver artefactos hiperecóicos (por la interfase entre aire y fluido) puntiformes o lineales, estáticos o con movimiento coincidente con el ciclo respiratorio; estas imágenes corresponden a broncogramas aéreos estáticos o dinámicos.

Existen diferentes causas de consolidación: embolismo, tumor, metástasis, contusión, atelectasia, infección...

La disposición del broncograma aéreo puede ayudar a orientar la etiología, siendo más paralelo y lineal en la atelectasia y más arboriforme en la neumonía (fig 11c y 11d). La presencia de broncograma aéreo dinámico prácticamente descarta la posibilidad de que sea una atelectasia.

Debemos tener en cuenta que mediante ecografía no veremos las consolidaciones que no lleguen a la pleura (mínimas éstas en el paciente con consolidación con repercusión clínica).

6.4. Síndrome intersticial

El concepto de Síndrome Intersticial Ecográfico (SI) ha de desligarse de la idea de enfermedades intersticiales exclusivamente. Está definido por la presencia de 3 ó más líneas B entre dos costillas en un plano longitudinal (fig. 12). La aparición de este patrón está relacionado con el agua pulmonar extravascular (intersticial o



alveolar). Es un síndrome ecográfico inespecífico, que puede corresponderse a múltiples patologías: SDRA, edema pulmonar, neumonía intersticial, bronquiolitis, contusión pulmonar...

A parte de la clínica y exploración física, ciertas peculiaridades ecográficas nos pueden ayudar a orientar la etiología: patrón homogéneo y acompañado de derrame es más sugestivo de edema pulmonar, patrón difuso pero más heterogéneo y con condensaciones subpleurales es más sugestivo de neumonía intersticial/bronquiolitis.

Bibliografía

1. Anna Gelman, Luis Renter, Teresa Gili, Sílvia Sanchez, Luis Renter. Ecografía torácica clínica en el niño con insuficiencia respiratoria aguda. *Pediatr Catalana*. 2017;77(1):33-35.
2. Luis Renter Valdovinos, Ignacio Oulego Erroz. Grupo de Trabajo de Ecografía de la Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos. Ecografía a pie de cama en el niño crítico. *An Pediatr (Barc)*. 2016 Sep;85(3):117-8.
3. B. Riu, J. Ruiz, A. Mari, S. Silva. Apport de l'échographie pleuropulmonaire en pédiatrie. *Anales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 32 (2013) e219-e223
4. Daniel A. Lichtenstein. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure. *The BLUE Protocol*. *Chest*. 2013 Aug;144(2):721.
5. Giovanni Volpicelli, Mahmoud Elbarbary, Michael Blaivas, Daniel A. Lichtenstein, Gebhard Mathis, Andrew W. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Medicine* (2012) 38:577-591.
6. Marek Nalos, Marta Kot, Anthony S. McLean and Daniel Lichtenstein. Bedside Lung Ultrasound in the Care of the Critically Ill. *Current Respiratory Medicine Reviews*, 2010, 6, 271-278
7. Sanchez-de-Toledo J, Renter-Valdovinos L, Esteves M, Fonseca C, Villaverde I, Rosal M. Teaching Chest Ultrasound in an Experimental Porcine Model. *Pediatric Emergency Care*. Volume 00, Number 00, Month 2015
8. Soldati G, Copetti R, Sher S. Sonographic interstitial syndrome: the sound of lung water. *J Ultrasound Med*. 2009 Feb;28(2):163-74.
9. Vaishali P. Shah, Michael G. Tunik, James W. Tsung. Prospective evaluation of point-of care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. *JAMA Pediatr*. 2013;167(2):119-125