

## Ecografía pulmonar en neonatos

### Lung ultrasound in newborns

Silvia Fernández Merchán<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9204-7409>

Eva María Lantarón Caeiro<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5625-7628>

Iria Da Cuña Carrera<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9507-789X>

<sup>1</sup>Universidad de Vigo. Vigo, España.

\*Autor para la correspondencia: [iriadc@uvigo.es](mailto:iriadc@uvigo.es)

#### RESUMEN

**Introducción:** La ecografía pulmonar presenta diferentes ventajas con respecto a otras técnicas de imagen diagnóstica. Consiste en un procedimiento dirigido, rápido, menos costoso y que no expone a los pacientes a radiación ionizante.

**Objetivo:** Comprobar la capacidad diagnóstica de la ecografía pulmonar en neonatos y su viabilidad como método diagnóstico alternativo a los principales métodos actuales.

**Métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos y buscador de artículos: *Medline, Cinahl, Scopus, Web of science*, durante los meses de enero y febrero de 2018. Se localizaron 96 artículos, de los cuales se retiraron 80 tras aplicar los criterios de exclusión. La muestra quedó, por lo tanto, conformada por 16 artículos publicados en los últimos cinco años.

**Resultados:** En 6 de los artículos seleccionados, se comparó la ecografía pulmonar con otras pruebas de diagnóstico por imagen, otros 6 evaluaron los hallazgos encontrados en pacientes ya diagnosticados y en los 4 restantes, los autores establecieron una clasificación según los signos ecográficos.

**Consideraciones finales:** La ecografía pulmonar tiene resultados positivos en la totalidad de los estudios analizados, por ello, parece una herramienta diagnóstica de enfermedad pulmonar

neonatal viable en un futuro próximo, que, además, tiene múltiples ventajas con respecto a otros métodos.

**Palabras clave:** neonatos; ultrasonografía pulmonar; diagnóstico.

## ABSTRACT

**Introduction:** Lung ultrasound has different advantages in respect to other imaging diagnosis techniques. It is a directed, quick, less expensive technique and in which the patient is not exposed to ionizing radiation.

**Objective:** To confirm the diagnosis ability of lung ultrasound in newborns and its feasibility as a diagnosis method to alternate with the current main procedures.

**Methods:** It was carried out a bibliographic search in databases and articles searchers as Medline, Cinahl, Scopus, Web of science during January and February 2018. 96 articles were found but 80 of them were removed after implementing the exclusion criteria. Therefore, the sample was formed by 16 articles published in the last five years.

**Results:** In 6 of the selected articles it was compared lung ultrasound with other imaging diagnosis tests; other 6 articles assessed the findings in already diagnosed patients, and in the other 4 patients it was established a classification according to the echographic signs.

**Final considerations:** Lung ultrasound has positive results in all the studies assessed, so, it looks like a viable tool in the near future for the diagnosis of neonatal lung disease, and in addition it has multiple advantages with respect to other methods.

**Keywords:** newborns; lung ultrasound; diagnosis.

Recibido:23/07/2018

Aceptado: 04/08/2020

## Introducción

La ecografía pulmonar (EcoP) presenta diferentes ventajas con respecto a otras técnicas de imagen diagnóstica. Consiste en un procedimiento dirigido, rápido, menos costoso y que no expone a los pacientes a radiación ionizante. Es importante enfatizar el papel de la EcoP en

neonatología debido a la enfermedad pulmonar inherente a la inmadurez pulmonar, así como a la sensibilidad particular de los recién nacidos a la exposición repetida a la radiación.<sup>(1,2)</sup>

Sin embargo, el bajo acuerdo entre diferentes profesionales, puede ser una limitación importante para el uso y efectividad de la ecografía.

La EcoP se realiza en el neonato en la incubadora o en el calentador radiante. El transductor está orientado en un plano sagital. En condiciones normales, los pulmones bilaterales se examinan en decúbito supino, lateral y prono. Cada lado está dividido en tres áreas: área anterior, entre el esternón y la línea axilar anterior; área lateral, entre la línea axilar anterior y posterior; y área posterior, entre la línea axilar posterior y la columna vertebral.<sup>(3)</sup>

El objetivo de esta revisión bibliográfica es comprobar la capacidad diagnóstica de la ecografía pulmonar en neonatos y su viabilidad como método diagnóstico alternativo a los principales métodos actuales.

## Métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos y buscador de artículos: Medline, Cinahl, Scopus, Web of Science durante los meses de enero y febrero de 2018.

Los descriptores empleados para el diseño de las ecuaciones de búsqueda fueron “Infant”, “Newborn” extraído del Medical Subject Headings (MeSH) y “Lung ultrasonography” y “Newborn” como palabras clave.

Las ecuaciones de búsqueda utilizadas según la base de datos se recogen en la tabla 1.

**Tabla 1** - Ecuaciones de búsqueda utilizadas en las bases de datos

Base de datos	Medline	Cinahl	Scopus	Web of science
Ecuaciones de búsqueda	"Lung ultrasonography" AND (MH "Infant, Newborn")	"Lung ultrasonography" AND (MH "Infant, Newborn")	(TITLE-ABS-KEY ("Lung ultrasonography") AND TITLE-ABS-KEY (newborn))	TOPIC: (lung ultrasonography*)AND TOPIC: (newborn*)

De acuerdo a los objetivos marcados, en el momento de seleccionar los artículos, se tuvieron en cuenta diferentes criterios de inclusión y exclusión. Como criterios de inclusión se seleccionaron artículos científicos publicados en los últimos 5 años y estudios en neonatos. Como criterios de exclusión se rechazaron estudios repetidos en otras bases de datos, artículos que no se adaptaban al objetivo, artículos realizados en adultos o niños publicados antes de 2013 y no haber conseguido acceso al texto completo.

La búsqueda bibliográfica localizó un total de 96 artículos, de los cuales se descartaron 80 tras aplicar los criterios de exclusión. Por lo tanto, se consideran válidos 16 trabajos, número que compone la muestra de artículos a partir de la cual se realizó esta revisión (Tabla 2).

Tabla 2 - Proceso de búsqueda bibliográfica

Base de datos	Localizados	Descartados	Seleccionados
Medline	16	10 (No acceso al texto completo)	6
Cinahl	11	10 (3 repetidos, 6 no acceso al texto completo, 1 no tema)	1
Scopus	24	18 (4 repetidos, 14 no acceso al texto completo)	6
Web of science	45	42 (4 repetidos, 13 no tema, 1 rango de edad infancia, 24 no acceso al texto completo)	3

## Resultados

### Patrones normales neonatales en ecografía pulmonar

Debajo de las costillas existen una pleura parietal y visceral que se deslizan una contra la otra en cada respiración. Múltiples septos interlobulillares surgen de la pleura visceral y crean lóbulos que consisten en un gran número de acinos alveolares llenos de aire. En un pulmón sano, el aire dispersa por completo las ondas de ultrasonido.<sup>(4)</sup>

Se denomina línea pleural a una línea curvilínea, brillantemente ecogénica y suave que se origina en el reflejo de la superficie pleural. Junto con las dos sombras costales adyacentes forma el "signo del murciélago". La obtención de este signo asegura que la sonda se encuentra perpendicular al tórax y permite capturar imágenes adecuadas.<sup>(5)</sup>

El movimiento entre pleura parietal y visceral durante la respiración se denomina "deslizamiento pulmonar". Este fenómeno dinámico aparece como una línea brillante y es indicativo de un pulmón sano.<sup>(6)</sup> En modo M, la imagen aparece como un patrón de líneas horizontales paralelas en los tejidos superficiales que constituyen la pared torácica ("mar") y

una apariencia granulosa o "arenosa" más profunda que la línea pleural ("orilla") que crea el "signo de la orilla del mar".<sup>(7)</sup>

Las líneas A son líneas horizontales, hiperecogénicas y equidistantes, distales a la línea pleural. Es el resultado de un proceso de reverberación debido a que las ondas de ultrasonido se reflejan de manera repetitiva entre la pleura y el transductor. El patrón de línea A junto con el deslizamiento pulmonar asegura la ausencia de enfermedad pulmonar en el área del pulmón explorado.<sup>(5)</sup>

### Artículos seleccionados

#### Liu y otros <sup>(8)</sup>

En 2015 en Beijing, los autores llevaron a cabo un estudio observacional de pruebas de diagnóstico. El objetivo fue evaluar la efectividad de la EcoP para el diagnóstico de la atelectasia pulmonar neonatal (APN). En este estudio participaron 80 neonatos con APN y 50 sin enfermedad pulmonar como grupo control.

Primero se realizó EcoP en los sujetos y en caso de sospecha de APN se confirmó con rayos X (Rx). En caso de no haber hallazgos anormales con Rx, se realizó tomografía computarizada pulmonar. En 60 de los 80 pacientes con signos de APN en EcoP, el diagnóstico fue confirmado por Rx, estos casos se denominaron atelectasia tipo focal (ATF). En los 20 sujetos sin hallazgos anormales en Rx, pero si en la EcoP, el diagnóstico fue confirmado por la TC, denominando a esta, atelectasia pulmonar oculta (APO).

Los principales hallazgos ecográficos de ATF fueron: grandes áreas de consolidación pulmonar con bordes claramente demarcados (100 %); broncogramas aéreos (100 %); síndrome intersticial adyacente al área de consolidación (100 %); anomalías de la línea pleural (100 %); ausencia de líneas A (100 %); pulso pulmonar y ausencia de deslizamiento pulmonar en pacientes con enfermedad grave (66,7 %); sin derrame pleural; y el flujo sanguíneo podía observarse en el área de consolidación (100 %).

Los hallazgos ecográficos de APO fueron: área pequeña de consolidación pulmonar con broncogramas punteados (100 %); anomalías de línea pleural y ausencia de líneas A solo en las áreas de atelectasia; ningún pulso pulmonar obvio y sí deslizamiento pulmonar.

Por otra parte, la sensibilidad de EcoP fue de 100 % frente a 75 % para los Rx. Además, una gran área de consolidación con bordes demarcados en EcoP obtuvo una especificidad del 100 % para ATF.

**Brat** y otros <sup>(9)</sup>

Estos autores, en París, 2015 realizaron un estudio prospectivo de precisión de diagnóstico siguiendo las directrices STARD (*Standards for the Reporting of Diagnostic Accuracy Studies*). El objetivo es determinar la exactitud diagnóstica de la EcoP de una manera cuantitativa para evaluar la oxigenación y predecir la necesidad de administración de surfactante en neonatos.

En el estudio participaron 130 neonatos bajo presión positiva continua en la vía aérea, nacidos a término o prematuros, seleccionados entre todos los bebés ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIN) con signos de dificultad respiratoria. Los criterios de exclusión fueron anomalías cromosómicas o malformaciones congénitas complejas, enfermedades pulmonares congénitas, sepsis grave o shock séptico, síndrome de aspiración de meconio y administración de surfactante en la sala de partos.

La EcoP se realizó lo antes posible al ingreso en la UCIN, antes de la administración del agente tensioactivo. Los resultados se recogieron en un documento específico ocultando así los datos a otros médicos y, por otro lado, las condiciones clínicas recogidas en la historia a los investigadores que realizaron la EcoP. Cada pulmón se dividió en 3 áreas (anterior superior, inferior anterior y lateral). Para cada área, se asignó una puntuación de 0 a 3 de la siguiente manera: 0 indica patrón A (presencia solo de líneas A); 1 patrón B (presencia de  $\geq 3$  líneas B bien espaciadas); 2, patrón B severo (presencia de líneas B agrupadas y unidas con o sin consolidaciones limitadas al espacio subpleural); y 3, consolidaciones extendidas. Los siguientes índices se calcularon para describir la oxigenación: proporción  $PtCO_2$ - $FiO_2$  (Presión transcutánea de dióxido de carbono – Fracción inspirada de  $O_2$ ); gradiente alveolar-arterial; índice de oxigenación; y proporción arterial-alveolar.

La puntuación en EcoP se correlacionó significativamente con todos los índices de oxigenación, independientemente de la edad gestacional (EG) en todos los casos ( $p < 0,001$ ). Además, predijo la necesidad de surfactante mejor en los bebés prematuros con una EG menor de 34 semanas ( $p < 0,001$ ) que en neonatos nacidos a término y prematuros tardíos con una EG de 34 semanas o más ( $p = 0,02$ ). En bebés con una EG menor de 34 semanas, una puntuación en la EcoP de 4 predice la administración de surfactante con 100 % de sensibilidad y 61 % de especificidad, lo que arroja una probabilidad posterior a la prueba de 72 %. En caso de  $EG \geq$

34 semanas, una puntuación de 2 predice la administración de surfactante con 91 % de sensibilidad y 25 % de especificidad, siendo la probabilidad posterior a la prueba de 39 %.

**Raimondi** y otros <sup>(10)</sup>

En 2014 en Nápoles se realizó un estudio observacional con el objetivo de predecir mediante la EcoP, el fracaso de la ventilación mecánica no invasiva en neonatos (VMNI). La muestra del estudio quedó conformada por 54 neonatos ingresados en la UCIN por dificultad respiratoria moderada y tratados con presión aérea positiva continua nasal. Los bebés con malformaciones congénitas mayores y aquellos intubados en la sala de parto o en los primeros 20 minutos en la UCIN se excluyeron del estudio.

La intubación y administración de surfactante determinaron el fracaso de la VMNI, procedimiento realizado por un médico cegado en relación con el estudio.

Tras 120 min de aplicación de nCPAP se realizó EcoP a todos los sujetos, clasificando las imágenes en: tipo I (pulmón blanco), tipo II (prevalencia de líneas B), tipo III (prevalencia de líneas A). La hipótesis inicial defendía que las imágenes tipo I serían aquellas predictivas de fracaso de la VMNI. Por otra parte, se realizaron en el mismo periodo Rx de tórax y clasificado las imágenes en 4 grados según los hallazgos. Ambos procedimientos fueron realizados por un investigador cegado a la condición clínica de los pacientes. Además, otro neonatólogo experimentado evaluó las exploraciones pulmonares obtenidas con el fin de estudiar la variabilidad interobservador, con buenos resultados.

Con respecto al perfil tipo I en EcoP, los principales resultados obtenidos fueron: sensibilidad 88,9 %, especificidad 100 %, valor predictivo positivo (VPP) 100 %, y valor predictivo negativo (VPN) 94,7 %. Rx. de tórax tuvo una sensibilidad de 38,9 %, una especificidad de 77,8 %, VPP de 46,7 % y VPN de 71,8 %.

**Liu** y otros <sup>(11)</sup>

En 2014 en Beijing, estos autores publicaron un estudio observacional que tiene como objetivo evaluar mediante EcoP las características pulmonares en pacientes con dependencia de oxígeno a largo plazo (DOLP) y determinar si esta dependencia es indicativa de displasia broncopulmonar (DBP) o no. La muestra estaba formada por 50 neonatos diagnosticados de DBP.

Tras someter a EcoP a los 50 sujetos se observaron entre ellos: 9 casos de atelectasia (4 también con DBP), 4 de neumonía (2 DBP), 2 de edema pulmonar grave, y 3 de edema

pulmonar acompañado de consolidación pulmonar. Estos resultados indicaron que 36 % de los pacientes con DOLP, no tenían DBP o no solo DBP. Además, en estos casos la dependencia de oxígeno se resolvió o disminuyó significativamente tras tratar estas enfermedades.

### Basile y otros <sup>(12)</sup>

En 2015 en Bari, se publicó un estudio observacional de cohorte con el objetivo de evaluar la precisión de la EcoP en el diagnóstico y control de la bronquiolitis en lactantes. Participaron en el estudio 106 bebés con antecedentes o signos y síntomas de sospecha de bronquiolitis, según la Academia Estadounidense de Pediatría. Se excluyeron a aquellos que presentaban neumonía diagnosticada con Rx, enfermedades importantes concomitantes o por falta de ecógrafo en la unidad. Por otro lado, 25 ingresados para ecografía rutinaria de cadera y riñón formaron el grupo control.

A su llegada a la unidad, todos se sometieron a una evaluación clínica rutinaria y una prueba rápida para el virus respiratorio sincitial realizada por el médico tratante. Los signos evaluados fueron la frecuencia respiratoria, la disnea, el uso de la musculatura respiratoria accesoria y la auscultación y la asignación a cada uno de ellos de una puntuación de 1 a 3 según el protocolo establecido. Según la suma de estas puntuaciones se acordó la siguiente clasificación de la bronquiolitis: leve 1-4; moderada 5-8; severa 9-12; bebé sano 0. Posteriormente un pediatra y un radiólogo realizaron las ecografías de tórax sin conocer la puntuación clínica obtenida previamente. Los datos se clasificaron de acuerdo con el puntaje ecográfico propuesto de 0 a 2 si la evaluación en la zona anterolateral muestra presencia de deslizamiento pulmonar con líneas B, líneas B confluentes y consolidaciones subpleurales. En la zona paravertebral posterior se evaluaron: el síndrome intersticial; la extensión de la afectación pulmonar y la presencia de consolidación subpleural. Según la puntuación total de los hallazgos ecográficos la bronquiolitis se clasifica en: leve 1-3; moderada: 4-6; severa 7-8; patrón normal 0.

Todos los pacientes se sometieron a un seguimiento ecográfico para obtener datos sobre la desaparición de anomalías. Al momento del alta, las puntuaciones se recalcularon. El coeficiente kappa de Cohen se calculó para evaluar el acuerdo sobre el diagnóstico entre el médico y el ecografista pediátrico, así como la concordancia entre observadores ecografistas. El acuerdo entre el médico y el ecografista pediátrico fue alto, con una concordancia de 90,6 % y  $p= 0,000$ . La concordancia entre los ecografistas fue 89,6 % y  $p= 0,000$ . En todos los

pacientes la mejoría clínica al alta se asoció con la desaparición de los hallazgos ecográficos previos.

**Liu y otros<sup>(13)</sup>**

En 2014 en Beijing, estos autores publicaron un estudio observacional que tiene como objetivo evaluar la capacidad diagnóstica de la EcoP para la taquipnea transitoria en el recién nacido (TTN), así como diferenciarla del síndrome de dificultad respiratoria (SDR). La muestra se compuso de 60 niños hospitalizados en la UCIN diagnosticados con TTN en base a su historial médico, manifestaciones clínicas, análisis de gases en sangre arterial y radiografía de tórax. El grupo control estuvo formado por un subgrupo con 40 recién nacidos sin enfermedad pulmonar y otro subgrupo con 20 neonatos con síndrome de dificultad respiratoria.

A todos ellos se les realizó una EcoP y comprobación de la existencia o estados de líneas pleurales, líneas A, líneas B, síndrome intersticial, pulmón blanco, consolidación pulmonar con broncogramas de aire o broncogramas de fluidos, signo del doble punto pulmonar y derrame pleural.

Las principales manifestaciones de TTN fueron: síndrome pulmonar intersticial, alteraciones de la línea pleural y desaparición parcial de líneas A en 100 % de los sujetos; doble punto pulmonar en 76,7 %; derrame pleural en 20 %. En pacientes severos se observó también pulmón blanco y desaparición completa de líneas A. No se observó consolidación pulmonar en ninguno de los niños.

En cuanto a la diferenciación SDR-TTN, la manifestación ultrasónica más importante del SDR fue la consolidación pulmonar con broncogramas aéreos (100 %) y la ausencia de signo del doble punto pulmonar. Se trabajó con  $p < 0,001$  para todos los signos estudiados en los 3 grupos de pacientes. Además, los resultados mostraron que la sensibilidad del signo del doble punto pulmonar para el diagnóstico de TTN fue 76,7 %, pero la especificidad fue 100 %.

**Liu y otros<sup>(14)</sup>**

Los autores, en 2015 en Beijing, realizaron un estudio observacional retrospectivo con el objetivo de determinar la sensibilidad y especificidad de la EcoP para el diagnóstico de TTN así como establecer las características de esa afección en EcoP. Conformaron la muestra 1358 neonatos ingresados en la UCIN, 412 sin enfermedad pulmonar y 946 con alguna enfermedad respiratoria, de los cuales solo 228 padecían TTN.

Los criterios diagnósticos fueron: síntomas clínicos típicos, Rx. de tórax. Los pacientes con otras causas de dificultad respiratoria se excluyeron. Todas las EcoP se realizaron por el mismo médico, el cuál desconocía los datos clínicos de los sujetos, recogidos por diferentes médicos. Los índices de observación fueron: línea pleural, líneas A, líneas B, consolidación pulmonar, pulmón blanco, síndrome intersticial alveolar y doble punto pulmonar.

Con respecto a los principales hallazgos ecográficos cabe destacar: la anormalidad de la línea pleural en el 100 % de los pacientes con TTN, signo también presente en el 100 % de los pacientes con otra enfermedad pulmonar: SDR, síndrome de aspiración de meconio (SAM) y neumonía. La desaparición o reducción de las líneas A también se observó en el 100 % de los pacientes con TTN, así como en los pacientes con SDR y SAM, pero en ningún paciente con neumonía. Por otra parte, en cuanto a los signos característicos de TTN, se observó: signo del doble punto pulmonar en el 45,6 % de los pacientes con esta afección; pulmón blanco o línea B compacta en el 33,8 %; derrame pleural en el 17,5 %; y existencia de consolidación pulmonar en el 0,0 % de los pacientes.

En base a los resultados mencionados, se calculó la sensibilidad y especificidad de la presencia del signo del doble punto pulmonar que fue 33,8 % y 91,3 %, respectivamente; y pulmón blanco o línea B compacta, con una sensibilidad de 45,6 % y especificidad de 94,8 %.

#### **Liu y otros<sup>(15)</sup>**

En 2014 en Beijing, llevaron a cabo un estudio observacional con el objetivo de investigar los hallazgos de la EcoP en la neumonía neonatal severa (NNS) con el fin de evaluar su capacidad diagnóstica para esta enfermedad. Participaron 40 neonatos diagnosticados de NNS de acuerdo con su historial médico, manifestaciones clínicas y hallazgos en la radiografía de tórax y 40 neonatos sin enfermedad pulmonar formaron el grupo control, todos ellos ingresados en la UCIN. Fueron excluidos si no había pruebas definitivas de infección o si tenían complicaciones graves que pudieran afectar a los hallazgos de la EcoP, que fue realizada por un solo investigador, no conocedor del diagnóstico.

Los principales hallazgos ecográficos en los pacientes con NNS fueron: consolidación pulmonar y síndrome intersticial en 100 %; anomalías de la línea pleural en 90 %; desaparición del deslizamiento pulmonar en 75 %; broncogramas aéreos dinámicos en el 52,5 %; pulso pulmonar en 30 %; derrame pleural en 20 %. El único hallazgo en los sujetos pertenecientes al grupo control fueron algunas líneas B en el 30 %. Siendo así, el valor de  $p < 0,001$  en todos

los datos obtenidos. Grandes áreas de consolidación pulmonar con márgenes irregulares demostraron una sensibilidad y especificidad de 100% para el diagnóstico de NNS.

#### **Seif El Dien y otros<sup>(16)</sup>**

En 2013 en Egipto, estos autores publicaron un estudio prospectivo que tuvo como objetivo evaluar la EcoP como alternativa a la radiografía como método diagnóstico de la neumonía neonatal. Conformaron la muestra de este estudio 75 neonatos con un cuadro clínico de neumonía junto a 20 neonatos sanos como grupo control. Se excluyeron del estudio aquellos neonatos con una cardiopatía congénita debido a la posibilidad de edema pulmonar secundario.

Todos los pacientes fueron sometidos a una toma de historia clínica, examen clínico completo, hemograma, Rx de tórax y por último EcoP. Todas las EcoP las realizó el mismo investigador. Se obtuvieron hallazgos anormales en la radiografía de tórax en 85,3 % del grupo estudiado. El 14,6 % restante presentaba una radiografía con un patrón normal, de los cuales el 5,3 % también presentaba una EcoP libre de hallazgos anormales. La principal manifestación de neumonía en la EcoP fue la aparición de “parches neumónicos” en 68 pacientes (90,6 %) como áreas isoecogénicas subpleurales oblongas o en forma de cuña, dentro de las cuales se observaron puntos brillantes ecogénicos ramificados o dispersos que representaban el broncograma aéreo. No mostraron hallazgos anormales en EcoP 7 de los pacientes (9,3 %). De los 68 pacientes con consolidación pulmonar en EcoP, 46 presentaban hallazgos anormales en Rx y de estos 46 pacientes, 7 (15 %) tuvieron lesiones más extensas en EcoP, mientras en los 18 (39.1 %) sujetos sin evidencia clara de parches neumónicos en Rx, en la EcoP se detectaron pequeñas placas apicales o basales de consolidación pulmonar. Se encontró una buena concordancia entre los hallazgos clínicos y los de EcoP (90,6 %), en comparación a la concordancia entre los hallazgos clínicos y las Rx de tórax (85,3 %).

#### **Liu y otros<sup>(17)</sup>**

En 2017 estos autores en Beijing, realizaron un estudio observacional con el fin de investigar la fiabilidad y precisión de la EcoP para el diagnóstico de neumotórax en neonatos. En una primera fase participaron 40 neonatos con neumotórax confirmado mediante Rx y 50 neonatos hospitalizados también en la UCIN sin enfermedad pulmonar como grupo control. En una segunda fase participaron 50 neonatos ingresados en la UCIN con sospecha de neumotórax

según los síntomas clínicos. Se excluyeron en ambas fases los pacientes con malformaciones congénitas graves o con perfiles atípicos.

La primera etapa tuvo como objetivo determinar los hallazgos ecográficos característicos del neumotórax, observando principalmente la línea pleural, líneas B, líneas A, signo del doble punto pulmonar, consolidación pulmonar y comparando su estado entre los pacientes con neumotórax y el grupo control. En la segunda etapa se realizó EcoP en los sujetos con sospecha clínica de neumotórax en busca de las características previamente establecidas, y los resultados se compararon posteriormente con los hallazgos de Rx.

Las principales manifestaciones ecográficas del neumotórax resultaron ser: ausencia de deslizamiento pulmonar, existencia de línea pleural y líneas A, ausencia de líneas B o consolidación pulmonar en el área del neumotórax en 100 % de los pacientes; signo del doble punto pulmonar en 75 % de los sujetos con neumotórax leve o moderado pero ausencia en 25% de los pacientes con neumotórax grave. La exactitud y fiabilidad de la desaparición del deslizamiento pulmonar y existencia de línea pleural y líneas A en el diagnóstico del neumotórax fueron: 100 % de sensibilidad, 100 % de especificidad, 100 % de VPP y 100 % de VPN. La EcoP tan precisa como los Rx. La sensibilidad del diagnóstico de neumotórax con el signo del doble punto pulmonar fue solo 75 %, pero su especificidad en el diagnóstico de neumotórax leve a moderado fue de 100 %.

#### **Cattarossi y otros<sup>(18)</sup>**

Estos autores, en 2016 en Udine, realizaron un estudio observacional, cuyo objetivo es comparar la EcoP, Rx y transiluminación de tórax para el diagnóstico de neumotórax en neonatos. La muestra fue formada por 23 neonatos con dificultad respiratoria y signos de neumotórax confirmado por aspiración, y 26 neonatos con dificultad respiratoria, pero sin neumotórax como grupo control, todos ellos ingresados en la UCIN.

Todos los pacientes fueron sometidos a EcoP, transiluminación de tórax y Rx a su ingreso en la unidad. La EcoP fue realizada por 5 investigadores que conocían el estado clínico del paciente. Los hallazgos ecográficos considerados diagnósticos de neumotórax fueron: ausencia de deslizamiento pulmonar, líneas B y pulso pulmonar, y presencia de punto pulmonar.

Los cuatro hallazgos ecográficos característicos de neumotórax se observaron en los 23 pacientes. Rx no detectó neumotórax en un paciente y la transiluminación fue negativa en 3

casos. El paciente con Rx negativa también tenía transiluminación negativa. El punto del pulmón se ha visto en la línea axilar anterior en 18 casos y en la línea axilar media en los 5 restantes. Ninguno de los niños tuvo derrame pleural detectado ni en Rx ni EcoP.

En el grupo de control, ninguno tenía EcoP o Rx positivas para neumotórax. Uno de los sujetos si obtuvo transiluminación positiva para neumotórax.

La sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de neumotórax fueron, por lo tanto, 100 % para EcoP, 96 % y 100 % para Rx, y 87 % y 96 % para la transiluminación, respectivamente. El VPP fue 100 % para EcoP y Rx y 96 % para la transiluminación. El VPN fue 100 % para EcoP, 96 % para Rx y 88 % para la transiluminación.

#### Liu y otros<sup>(19)</sup>

En 2016 en Beijing, estos autores desarrollaron un estudio observacional prospectivo con el objetivo de evaluar la capacidad diagnóstica de la EcoP para el SAM. En él participaron 117 neonatos diagnosticados de SAM en base a su historial, signos y síntomas, análisis de gases en sangre y Rx de tórax. Se excluyeron aquellos con complicaciones de neumotórax o neumomediastino. El grupo control lo formaron 100 neonatos también ingresados en la UCIN sin enfermedad pulmonar.

Las EcoP se realizaron por un único médico cegado a los datos clínicos obtenidos por diferentes médicos, al ingreso en la UCIN o en las 2 horas posteriores a ventilación mecánica. Las EcoP de los sujetos del grupo control se realizaron por el mismo médico investigador. Los signos observados fueron: deslizamiento pulmonar, líneas pleurales, líneas A y B, pulmón blanco, consolidación pulmonar con broncograma aéreo o fluido, signo del doble punto pulmonar y derrame pleural.

Los principales hallazgos ecográficos en pacientes con SAM fueron: consolidación pulmonar con broncograma aéreo y márgenes irregulares, anomalías en la línea pleural y desaparición de líneas A en el 100 %; atelectasia y ausencia de deslizamiento pulmonar en 16,2 %; derrame pleural en 13,7 %; y pulso pulmonar en 8,5 %. Para todos estos datos el valor de  $p < 0,001$ . Por otra parte, se hallaron líneas B en 100 % de los pacientes con SAM, pero también en 25 % de los sujetos del grupo control, siendo este el único hallazgo anormal en ellos, por lo que no se considera un dato significativo. La presencia de consolidación pulmonar con márgenes irregulares demostró una sensibilidad y especificidad de 100 % para el diagnóstico de SAM, lo que demuestra la utilidad de la EcoP para ello.

**El-Malah y otros<sup>(20)</sup>**

En 2015 en Egipto, los autores realizaron un estudio prospectivo con el objetivo de evaluar la capacidad diagnóstica de la EcoP para SDR, así como el seguimiento de la respuesta a los tratamientos. La muestra del estudio la constituyeron 100 neonatos con signos clínicos y radiográficos de SDR dentro de las primeras 24h de vida. Los neonatos con anomalías congénitas múltiples o retraso severo fueron excluidos.

Las EcoP y las radiografías las realizaron diferentes radiólogos cegados a los hallazgos del otro método diagnóstico. Posteriormente los hallazgos de EcoP se compararon con los radiográficos. Se consideraron 3 hallazgos ecográficos simultáneos para el diagnóstico de SDR: anomalías de la línea pleural, pulmón blanco y ausencia de áreas preservadas en todos los campos pulmonares. Los hallazgos ecográficos transabdominales se clasificaron en 3 estadios: I: líneas B divergentes radialmente solo en espiración; II: líneas B divergentes radialmente solo en inspiración, y signo del pulmón blanco al espirar. III: signo del pulmón blanco independientemente de la fase respiratoria. Según los hallazgos de EcoP se clasificaron 32 neonatos en estadio I, 44 en estadio II y 22 en estadio III.

En comparación con los Rx, la EcoP tuvo una sensibilidad de 98 % y una especificidad de 92 % en la detección de manifestaciones pulmonares de SDR. Ocho neonatos diagnosticados con EcoP como SDR, 4 fueron neumonía congénita y 4 neonatos tuvieron hallazgos de Rx de tórax normales. 2 neonatos sin hallazgos ecográficos tenían hallazgos radiográficos en estadio I. Los estadios I y II de EcoP se correlacionaron con la radiografía simple I, II, respectivamente, mientras que la EcoP en estadio III se correlacionó con la radiografía en estadio III y IV. Por otra parte, en comparación con los Rx, la EcoP obtuvo 100 % de sensibilidad y 94 % de especificidad en el seguimiento de la respuesta del tratamiento.

**Sawires y otros<sup>(21)</sup>**

En 2015 en Egipto, estos autores realizaron un estudio observacional prospectivo de casos y controles. El objetivo fue evaluar el papel de la EcoP con respecto a la radiografía de tórax estándar en la detección de complicaciones de SDR en neonatos. La muestra fue compuesta por 90 neonatos prematuros con SDR, diagnosticados mediante hallazgos clínicos y radiológicos, y 40 neonatos prematuros sin dificultad respiratoria ingresados en la UCIN por otros motivos, como grupo control. Se excluyeron del estudio neonatos con una edad gestacional >37 semanas, con cardiopatías congénitas o con encefalopatía isquémica hipóxica.

Todos los pacientes se sometieron a una evaluación clínica, en caso de presentar dificultad respiratoria, a evaluación radiológica por Rx en las 4 horas posteriores a EcoP por un investigador cegado a los hallazgos anteriores.

En el grupo control, se detectó síndrome intersticial en 47,5 % y no hubo otros hallazgos ecográficos anormales. En la evaluación inicial de los casos, se detectaron síndrome intersticial y anomalías de la línea pleural en la EcoP en 100 %, pulmón blanco en 88,9 % y consolidación en 37,8 %. La sensibilidad de la EcoP en la detección de síndrome intersticial fue de 100 y su especificidad, de 52,5 %. Hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre los casos y los controles con respecto a los hallazgos ecográficos iniciales, así como entre los grados de SDR detectados por Rx y los casos diagnosticados como consolidación y pulmón blanco por EcoP.

En el seguimiento, la EcoP obtuvo mejores resultados que los Rx en la detección de la consolidación y la atelectasia subpleural, pero no en la detección del neumotórax. En el primer seguimiento, la EcoP detectó derrame pleural en 13 % y microabscesos parenquimatosos en 4,3 % mientras que estas enfermedades no se observaron por Rx.

#### **Ren y otros<sup>(22)</sup>**

Estos autores en 2017 en Beijing, publicaron un estudio observacional prospectivo con el objetivo de evaluar la capacidad diagnóstica de la EcoP para la hemorragia pulmonar neonatal (HPN). En él, participaron 57 neonatos diagnosticados de HPN por su historial médico, manifestaciones clínicas y hallazgos en Rx de tórax. Por otra parte 100 neonatos sin enfermedad pulmonar formaron el grupo control.

Todos ellos fueron sometidos a EcoP por un mismo examinador, cegado a los datos clínicos obtenidos por diferentes médicos. Los índices de observación fueron líneas pleurales, líneas A, líneas B, síndrome intersticial, pulmón blanco, consolidación pulmonar con broncograma aéreo o fluido, doble punto pulmonar y derrame pleural.

Las principales manifestaciones ecográficas de la HPN fueron: líneas pleurales anormales y desaparición de líneas A en 100 % de los pacientes; signo del límite irregular en 91,2 %; derrame pleural en 84,2 %; consolidación pulmonar con broncograma aéreo en 82,5 % y broncograma líquido en 17 %; atelectasia en 33,3 %; y SIA con edema pulmonar en el 12,2 %. El líquido se confirmó como sangrado por toracocentesis. En casos severos con destrucción de glóbulos rojos, se observó depósito de proteína fibrosa formando un cordón del que se

apreciaba movimiento en tiempo real. El signo del límite irregular coexistente con consolidación pulmonar y derrame pleural, fue el hallazgo más frecuente y específico para el diagnóstico de HPN con una sensibilidad de 91,2 % y una especificidad de 100 %, con lo que demostró ser especialmente útil para el diagnóstico de HPN.

**Chen y otros<sup>(23)</sup>**

En 2017 en Shenzhen, los autores publicaron un estudio observacional con el objetivo de evaluar los hallazgos característicos de la EcoP en la enfermedad pulmonar y evaluar su utilidad en la UCIN. La muestra fue compuesta por 3405 neonatos ingresados en la UCIN, 747 sujetos no padecían una afectación pulmonar y los 2658 restantes si la tenían.

El diagnóstico de enfermedad pulmonar se basó en la historia médica, manifestaciones clínicas, examen clínico, los signos de Rx o TC y los hallazgos ecográficos, en las 48 horas posteriores al ingreso. El diagnóstico final se confirmó por un médico experimentado en EcoP y un radiólogo. El grupo sin afección pulmonar no fue sometido a Rx. Todas las EcoP fueron realizadas por el mismo investigador cegado al diagnóstico.

Debido a la magnitud del estudio, se recogen los resultados principales en la tabla 3.

**Tabla 3 - Resultados del estudio de Chen et al**

La muestra							
3405 (1515 prematuros, 1890 a término)							
2658 enfermedad pulmonar (1399 prematuros , 1259 término)						747 sin enfermedad pulmonar	
1016 neumonía	657 SDR	389 TTN	227 SAM	212 DOLP	157 otros	116 prematuros	631 a término
Líneas pleurales anormales, desaparición de líneas A, síndrome intersticial, consolidación pulmonar, broncogramas aéreos	Líneas pleurales anormales, desaparición de líneas A, síndrome intersticial o edema pulmonar, consolidación pulmonar, broncogramas aéreo	Líneas pleurales anormales, desaparición de líneas A, síndrome intersticial o edema pulmonar	Líneas pleurales anormales, desaparición de líneas A, síndrome intersticial, consolidación pulmonar, broncogramas aéreos	Síndrome intersticial, consolidación pulmonar o atelectasia pulmonar	Línea pleural, líneas A con o sin líneas B	Línea pleural, líneas A al tiempo que líneas B puede que más de 2 semanas	Línea pleural, líneas A al tiempo que líneas B puede que menos de 1 semana

SDR: síndrome de dificultad respiratoria; TTN: taquipnea transitoria en el recién nacido; SAM: síndrome de aspiración de meconio; DOLP: dependencia de oxígeno a largo plazo.

En cuanto a la comparación de resultados entre EcoP y Rx, se apreció que entre 81 casos no diagnosticados de enfermedad pulmonar por Rx, hubo 32 casos de neumonía, 26 de SDR, y 23 de TTN por EcoP. Además, 23 casos mal diagnosticados como SDR por Rx fueron TTN por EcoP. Entre los 212 casos de DOLP que no lograron mostrar signos de edema pulmonar

y consolidación pulmonar en Rx, hubo 103 casos con signos de atelectasia pulmonar, consolidación pulmonar, o síndrome intersticial en EcoP. Los resultados anteriores de EcoP fueron confirmados con los datos clínicos de los pacientes.

Tras analizar estadísticamente los datos, la EcoP encontró más fácilmente el daño pulmonar que Rx ( $p < 0,001$ ).

### **Análisis de los resultados en artículos seleccionados**

Se exponen los principales resultados obtenidos, su comparación y relación entre ellos, con la finalidad de extraer conclusiones sobre el uso de la EcoP como diagnóstico de la enfermedad pulmonar en neonatos.

Según el tipo de estudio, encontramos que todos ellos son estudios observacionales. Seis de los estudios especifican que son de carácter prospectivo<sup>(9,16,19,20,21,22)</sup> y solo uno de carácter retrospectivo por parte de *Liu et al.*<sup>(14)</sup>. Por otra parte, tan solo *Basile et al.*<sup>(12)</sup> especifican que se trata de un estudio de cohorte y *Sawire, et al.*<sup>(21)</sup> de un estudio de casos y controles. En cuanto a esto, sería de interés que los propios autores aclararan en sus publicaciones el tipo de estudio que han realizado, para facilitar la comparación entre la distinta bibliografía, además de aportar información al lector sobre el tipo de intervención realizada.

En cuanto a la muestra, su tamaño varía desde los 49 sujetos en el estudio de *Cattaross, et al.*<sup>(18)</sup> hasta los 3405 sujetos en la investigación de *Chen et al.*<sup>(23)</sup> Esta última, junto con el estudio de *Liu et al.*<sup>(14)</sup> con una muestra de 1358 sujetos, se alejan notablemente de la media, ya que la mayoría presentan un tamaño homogéneo, entre 50 y 150 sujetos en sus investigaciones.<sup>(8,9,10,11,12,13,15,16,17,20,21)</sup> Los motivos por los cuales estos dos estudios<sup>(14,23)</sup> se componen de muestras tan destacables por su magnitud son: su realización en un largo periodo, ambos aproximadamente un año, y la inclusión de todos los pacientes ingresados en UCIN, a excepción de aquellos que respondieron a los criterios de exclusión establecidos.<sup>(14)</sup> Ello favoreció grupos control muy grandes, 412 sujetos en el caso de *Liu et al.*<sup>(14)</sup> y 747 en la investigación de *Chen et al.*<sup>(23)</sup> y la existencia de diferentes enfermedades pulmonares, independientemente de que todas sean objeto de estudio<sup>(23)</sup> o se centren tan solo en una.<sup>(14)</sup> En 11 de los 16 estudios que conforman la revisión, cuentan con la existencia de un grupo control sin la afección respiratoria de interés para la investigación.<sup>(8,12,13,15,16,17,18,19,21,22,23)</sup> Este grupo control, aporta información sobre la apariencia de un pulmón sano en condiciones

normales, o bien sirve para evaluar la capacidad del investigador en la identificación de los hallazgos patológicos, al realizar la EcoP sin conocer si se encuentra ante un sujeto sano o no. Por ello, sería de interés de cara a futuras investigaciones, que todas ellas contaran con la presencia de grupo control, para un mayor estudio de la fiabilidad y capacidad diagnóstica de la EcoP, y no solo de los hallazgos característicos de una enfermedad.

Por otra parte, 9 de los artículos especifican ciertos criterios de exclusión,<sup>(9,10,12,14,15,16,19,20,21)</sup> aplicados con el fin de no afectar los hallazgos de la EcoP característicos de la enfermedad objeto de estudio. Los principales fueron la presencia de anomalías, malformaciones u otras afecciones congénitas,<sup>(9,10,16,20,21)</sup> enfermedades concomitantes respiratorias<sup>(9,14)</sup> o de otro tipo,<sup>(12,21)</sup> y la aparición de complicaciones en los pacientes.<sup>(15,19)</sup> Estos criterios, a su vez, podrían ser indicativos de los pacientes no susceptibles del uso de EcoP como método diagnóstico, debido a la falta de investigación sobre los posibles hallazgos en la EcoP, que podrían dificultar o dar lugar a errores diagnósticos.

En cuanto a la metodología de las investigaciones que componen esta revisión, diferenciamos dos grandes grupos, que a su vez se correlacionan con dos objetivos diferentes, pese a que el objetivo final de todas ellas sea comprobar la capacidad diagnóstica de la EcoP. Como punto en común entre todas las investigaciones, debemos señalar que los investigadores encargados de realizar la EcoP, fueron cegados a la condición clínica de los pacientes, así como a los resultados de otras pruebas realizadas.

Dicho esto, por un lado, tenemos un grupo de investigaciones, en las cuales se realiza EcoP a pacientes ya diagnosticados, generalmente mediante la clínica, Rx y las diversas pruebas complementarias pertinentes según el padecimiento objeto de estudio. Estas investigaciones, en general, tienen por objetivo establecer y recoger una serie de hallazgos ecográficos característicos y propios de dicha enfermedad pulmonar.<sup>(13,14,15,17,19,22)</sup> Cabe destacar que 5<sup>(13,14,15,17,19)</sup> de los 6 estudios que siguen este patrón metodológico pertenecen a *Liu et al.* Este registro de los principales hallazgos ecográficos también se da en la mayoría de los artículos, aunque ese no sea el único o principal objetivo.<sup>(8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23)</sup>

En esta misma línea, se encuentran 4 investigaciones, que, en lugar de recoger unos hallazgos propios de la enfermedad, establecen unas clasificaciones según la existencia de ciertas características ecográficas, así como su equivalencia con otras clasificaciones ya existentes. *Brat et al.*<sup>(9)</sup> ofrece un sistema de puntuaciones ecográficas alternativo, al previamente

establecido mediante índices de oxigenación, para la predicción de la necesidad de surfactante. Por su parte, *Raimondi et al*<sup>(10)</sup> realiza una clasificación equivalente a la radiográfica, para la predicción del fracaso de la VMNI. *Basile et al*,<sup>(12)</sup> establece una clasificación de la bronquiolitis, mediante un sistema de puntuación ecográfica, equivalente al sistema ya existente<sup>(24)</sup> según los signos clínicos presentes en el paciente. Por último, *El Malah et al*,<sup>(20)</sup> correlacionan una clasificación a partir de hallazgos ecográficos con la clasificación de Rx, método diagnóstico con el que además se compara la EcoP en esta investigación.

Podría decirse, que ambas investigaciones con una clasificación alternativa a la establecida mediante hallazgos radiológicos,<sup>(10,20)</sup> se encuentran a medio camino entre los dos grandes grupos que hemos establecido en cuanto a metodología, ya que también comparan la capacidad diagnóstica de EcoP y Rx.

Por lo tanto, el otro gran grupo, se compone de artículos en los que se hace una comparación de la EcoP con otros métodos diagnósticos, principalmente Rx, con el fin de comprobar la fiabilidad de este método como alternativa a los ya utilizados.<sup>(8,16,18,20,21,23)</sup> En general, a excepción del estudio de *Sawires et al*,<sup>(21)</sup> en estas investigaciones no existe un diagnóstico previo confirmado, si no que este se obtiene durante el proceso, mediante EcoP y los métodos diagnósticos a comparar, a raíz de una sospecha clínica.<sup>(16,18,21)</sup> O bien, se realiza EcoP, y el diagnóstico obtenido se confirma mediante otros métodos o la propia clínica del paciente.<sup>(8,23)</sup> Resulta interesante señalar que 7 de los artículos<sup>(8,11,13,14,15,17,19)</sup> que componen esta revisión se han llevado a cabo por el mismo grupo de autores, lo que condiciona la comparativa de los resultados. Así mismo, este hecho ha puesto en evidencia la escasa investigación en este campo.

Otro punto a destacar es la evaluación de la EcoP como herramienta de seguimiento de la mejoría clínica en la investigación de *Basile et al*,<sup>(12)</sup> la respuesta al tratamiento por parte de *El-Malah et al*<sup>(20)</sup> y por último, la aparición de complicaciones estudiada por *Sawires et al*.<sup>(21)</sup> En todos los casos, los resultados se mostraron muy positivos, por lo que podría resultar de interés incluir el seguimiento como objeto de investigación en futuros estudios. Asimismo, en el ámbito de la fisioterapia, podría resultar de especial interés para la comprobación de la efectividad de las técnicas respiratorias llevadas a cabo.

Por otra parte, la medición del acuerdo interobservadores solo se da en los estudios de *Raimondi et al*<sup>(10)</sup> y *Basile et al*.<sup>(12)</sup> En ambos casos la medición se calculó mediante el

coeficiente Kappa, lo cual facilita su comparación. El acuerdo es muy positivo en los dos. Además, *Basile et al*,<sup>(12)</sup> también miden este acuerdo entre el ecografista y el médico responsable del diagnóstico, siendo este también casi completo.

En cuanto a la alteración de resultados a causa de una variable, y pese a que la mayoría de autores tienen en cuenta la EG en sus investigaciones,<sup>(8,9,10,12,14,15,16,18,19,20,21,22)</sup> tan solo resalta la investigación de *Brat et al*,<sup>(9)</sup> que obtiene resultados significativamente mejores para la predicción de necesidad de surfactante en neonatos con una EG < 34 semanas.

Debido a la falta de investigación en este campo en los últimos años, no se ha encontrado gran cantidad de bibliografía sobre una misma enfermedad. Este hecho, dificulta la comparación y establecimiento de unos hallazgos comunes y consensuados que puedan servir como guía para una determinada enfermedad pulmonar. Solo se han obtenido varios artículos sobre TTN,<sup>(13,14,23)</sup> neumonía,<sup>(15,16)</sup> neumotórax,<sup>(17,18)</sup> SDR<sup>(13,20,21,23)</sup> y por parte de *Chen et al*,<sup>(23)</sup> un artículo que abarca varias enfermedades pulmonares.

Cabe destacar como hallazgo común en la mayoría de los artículos,<sup>(8,13,14,,18,19,29,21,22,23)</sup> la aparición de anomalías en la línea pleural y desaparición o alteración de las líneas A, independientemente de la afección pulmonar. Como ya se ha dicho previamente, cuando estos signos se encuentran preservados, son indicativos de un pulmón sano junto con el deslizamiento pulmonar.

Los signos característicos de una enfermedad son los mismos o muy similares para los distintos autores, sin embargo, se pone de manifiesto la necesidad de una nomenclatura común. Por ejemplo, en el caso de la neumonía, *Liu et al*<sup>(15)</sup> hablan de áreas de consolidación pulmonar con bordes demarcados y broncogramas aéreos como signos característicos, mientras que *Seif el Dien et al*<sup>(16)</sup> denominan “parches neumónicos” a estas mismas áreas. Por lo tanto, parece necesario el establecimiento de una nomenclatura común de cara a investigaciones futuras, que favorezca la comprensión y establecimiento de los hallazgos ecográficos propios de una enfermedad.

Por último, enfatizar la importancia de las manifestaciones clínicas en conjunto con los hallazgos ecográficos para realizar un diagnóstico correcto y evitar errores, ya que estos, en ocasiones son similares en diversas enfermedades. Es el caso de signos como las consolidaciones pulmonares con broncogramas aéreos, presentes en atelectasias,<sup>(8)</sup> neumonía,<sup>(15,16)</sup> SAM<sup>(19)</sup> o hemorragia pulmonar.<sup>(22)</sup> Esto sucede con muchos otros hallazgos

ecográficos, por lo que es importante fijarse en la existencia del conjunto de signos característicos de una enfermedad, así como la concordancia con la clínica del paciente.

### **Consideraciones finales**

La EcoP ha tenido resultados positivos en la totalidad de los estudios analizados. Por ello, parece una herramienta diagnóstica de enfermedad pulmonar neonatal viable en un futuro próximo, ya que tiene múltiples ventajas con respecto a otros métodos.

Si bien es cierto que todos los resultados han sido positivos, la mayor limitación parece ser la escasa investigación sobre una misma enfermedad. Este hecho condiciona la aplicabilidad de la EcoP, ya que existen hallazgos propios y característicos de cada enfermedad pulmonar, pero estos deben ser consensuados por mayor parte de la comunidad científica.

A partir de estas referencias bibliográficas de base, sería interesante utilizarla como punto de partida para nuevas investigaciones a raíz de los hallazgos encontrados y comprobar así la capacidad de la ecografía para diagnosticar una enfermedad concreta.

### **Referencias bibliográficas**

1. Hall EJ. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol.* 2002;32(10):700-6.
2. Cattarossi L, Copetti R, Poskurica B. Radiation Exposure Early in Life Can Be Reduced by Lung Ultrasound. *Chest.* 2011;139(3):730-1.
3. Cattarossi L. Lung ultrasound: its role in neonatology and pediatrics. *Early Hum Dev.* 2013;89:17-9.
4. Kurepa D, Zaghloul N, Watkins L, Liu J. Neonatal lung ultrasound exam guidelines. *J Perinatol.* 2018;38(1):11-22.
5. Lichtenstein D, Mauriat P. A Lung Ultrasound in the Critically Ill Neonate. *Curr Pediatr Rev.* 2012;8(3):217-23.
6. Lichtenstein DA, Menu Y. A Bedside Ultrasound Sign Ruling Out Pneumothorax in the Critically Ill. *Chest.* 1995;108(5):1345-8.

7. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiv.* 2010;34(9):620-8.
8. Liu J, Chen S-W, Liu F, Li Q-P, Kong X-Y, Feng Z-C. The Diagnosis of Neonatal Pulmonary Atelectasis Using Lung Ultrasonography. *Chest.* 2015;147(4):1013-9.
9. Brat R, Yousef N, Klifa R, Reynaud S, Shankar Aguilera S, De Luca D. Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates Treated With Continuous Positive Airway Pressure. *JAMA Pediatr.* 2015;169(8):1-8.
10. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Ferrara T, Lama S, Vallone G, *et al.* Use of Neonatal Chest Ultrasound to Predict Noninvasive Ventilation Failure. *Pediatrics.* 2014;134(4):1089-94.
11. Liu J, Chen S-W, Liu F, Wang Y, Kong X-Y, Li Q-P, *et al.* BPD, Not BPD, or Iatrogenic BPD: Findings of Lung Ultrasound Examinations. *Medicine (Baltimore).* 2014;93(23):1-6.
12. Basile V, Di Mauro A, Scalini E, Comes P, Lofù I, Mostert M, *et al.* Lung ultrasound: a useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr.* 2015;15(1). doi: 10.1186/s12887-015-0380-1.
13. Liu J, Wang Y, Fu W, Yang C-S, Huang J-J. Diagnosis of Neonatal Transient Tachypnea and Its Differentiation From Respiratory Distress Syndrome Using Lung Ultrasound: *Medicine (Baltimore).* 2014;93(27):1-5.
14. Liu J, Chen X-X, Li X-W, Chen S-W, Wang Y, Fu W. Lung Ultrasonography to Diagnose Transient Tachypnea of the Newborn. *Chest.* 2016;149(5):1269-75.
15. Liu J, Liu F, Liu Y, Wang H-W, Feng Z-C. Lung Ultrasonography for the Diagnosis of Severe Neonatal Pneumonia. *Chest.* 2014;146(2):383-8.
16. Seif El Dien HM, Abd El Latif DAK. The value of bedside Lung Ultrasonography in diagnosis of neonatal pneumonia. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2013;44(2):339-47.
17. Liu J, Chi J-H, Ren X-L, Li J, Chen Y-J, Lu Z-L, *et al.* Lung ultrasonography to diagnose pneumothorax of the newborn. *Am J Emerg Med.* 2017;35(9):1298-302.
18. Cattarossi L, Copetti R, Brusa G, Pintaldi S. Lung Ultrasound Diagnostic Accuracy in Neonatal Pneumothorax. *Can Respir J.* 2016;2016:1-5.
19. Liu J, Cao H-Y, Fu W. Lung ultrasonography to diagnose meconium aspiration syndrome of the newborn. *J Int Med Res.* 2016;44(6):1534-42.

20. El-Malah HE-DGM, Hany S, Mahmoud MK, Ali AM. Lung ultrasonography in evaluation of neonatal respiratory distress syndrome. Egypt J Radiol Nucl Med. 2015;46(2):469-74.
21. Sawires HK, Abdel Ghany EA, Hussein NF, Seif HM. Use of Lung Ultrasound in Detection of Complications of Respiratory Distress Syndrome. Ultrasound Med Biol. 2015;41(9):2319-25.
22. Ren X-L, Fu W, Liu J, Liu Y, Xia R-M. Lung ultrasonography to diagnose pulmonary hemorrhage of the newborn. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017;30(21):2601-6.
23. Chen S-W, Fu W, Liu J, Wang Y. Routine application of lung ultrasonography in the neonatal intensive care unit: Medicine (Baltimore). 2017;96(2):1-12.
24. Liu LL, Gallaher MM, Davis RL, Rutter CM, Lewis TC, Marcuse EK. Use of a respiratory clinical score among different providers. Pediatr Pulmonol. 2004;37(3):243-8.

### Conflictos de intereses

Las autoras declaran no tener conflictos de intereses en la realización del estudio.

### Declaración de contribución de las autoras

*Silvia Fernández Merchán*: Participación importante en la idea, diseño del estudio, análisis e interpretación de los datos. Redacción de la versión final y su aprobación.

*Eva María Lantarón Caeiro*: participación en el diseño del estudio, interpretación y análisis de los datos y aprobación de la versión final.

*Iria Da Cuña Carrera*: Participación en la redacción del trabajo, así como de en la interpretación de los datos. Aprobación de su versión final.