



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Revisión sistemática del uso del
ultrasonido en la reanimación
cardiopulmonar neonatal.

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN:

NEONATOLOGÍA

P R E S E N T A:

Dr. Jorge Enrique Vázquez Flores

TUTOR:

Dra. Edna Patricia Vázquez Solano.

Dr. Daniel Ibarra Ríos.

ASESOR METODOLÓGICO:

Dr. Horacio Marquez Gonzalez.



CIUDAD DE MÉXICO

Febrero 2025.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



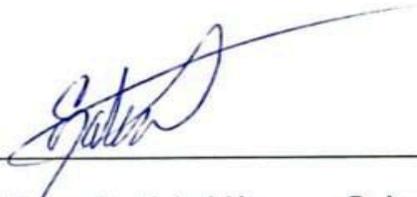
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dra. Claudia Gutiérrez Camacho
Director de Enseñanza y Desarrollo Académico
Hospital Infantil de México Federico Gómez.



Dra. Edna Patricia Vázquez Solano.
Médico Adscrito del Departamento de Neonatología.
Hospital Infantil de México Federico Gómez.



Dr. Horacio Márquez González.
Médico Adscrito del Departamento de Investigación Clínica.
Hospital Infantil de México Federico Gómez.

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis con todo el amor y cariño a mis papás, que siempre estuvieron conmigo en cada etapa y cada paso, por sus palabras de aliento, a mi mamá por todas sus oraciones y consejos, y por enseñarme el significado de disciplina y que él "no puedo" no existe. A mi padre por ser mi ejemplo a seguir y apoyarme en lo económico.

A mis tutores, por la paciencia y sabiduría, gracias por confiar en mí y hacerme parte de este proyecto. Al Hospital Infantil de México Federico Gómez por su enseñarme pero principalmente a todos los niños que nos enseñan la importancia de vivir; orgulloso de pertenecer a esta institución.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
General.....	14
Específicos.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
Diseño metodológico del estudio.....	15
Diseño de la revisión sobre la calidad de los ensayos.....	15
Fuentes de información seleccionadas.....	15
Estrategia de búsqueda.....	16
Proceso de extracción de la información.....	17
Criterios de elegibilidad.....	17
Criterios de inclusión.....	17
Criterios de exclusión.....	18
Proceso de selección.....	18
Obtención de los datos.....	20
Evaluación de los resultados.....	22
Calidad de la información y riesgo de sesgo.....	22
Evaluación de la certeza de la evidencia.....	23
Método PRISMA.....	23
Escala GRADE.....	23
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIÓN.....	32
REFERENCIAS.....	34
LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	41
ANEXOS.....	42
Anexo 1: Búsqueda de la información.....	42
Anexo 2: Nivel de calidad del sistema GRADE.....	43
Anexo 3: Declaración PRISMA.....	44
Anexo 4: Imágenes de ultrasonido.....	45

INTRODUCCIÓN

Desde la introducción del ultrasonido al pie de la cama o en el punto de atención (*point of care*, por sus siglas en inglés POCUS) en la clínica hace más de 20 años y el uso se ha extendido en el mundo, demostrando utilidad en las unidades de emergencia pediátrica, como en cuidados intensivos pediátricos y medicina neonatal-perinatal; con respecto a la reanimación cardiopulmonar neonatal, en la actualidad está experimentando un rápido crecimiento.^{1,2} La ultrasonografía no utiliza radiación ionizante, disponible fácilmente, sin requiere sedación y costos menor que la resonancia magnética (RM) y la tomografía computarizada (TC).^{3,4} El uso del ultrasonido varía poco con la edad, lo que la hace especialmente adecuada para su uso en los pacientes más pequeños y en entornos de cuidados críticos.⁵ En los últimos 10 años, ha habido un notable aumento en las publicaciones sobre el uso del ultrasonido en neonatología y aún más en la medicina basada en adultos.⁶ El ultrasonido es una potente técnica diagnóstica y una herramienta de investigación no invasiva para describir diversos trastornos respiratorios neonatales de manera cualitativa. Los modelos más recientes de dispositivos de ultrasonido presentan un diseño compacto y portátil, lo que facilita su utilización en prácticamente cualquier entorno de atención médica.⁶ Los avances tecnológicos en ultrasonografía han contribuido a mejorar la calidad de las imágenes y la portabilidad de estos dispositivos, ampliando así el acceso de los médicos pediatras y neonatólogos más allá de los especialistas en imágenes convencionales.⁷ La integración del POCUS (*Point of Care Ultrasound*) en las decisiones clínicas marca una diferencia fundamental respecto al modelo de práctica tradicional. En este último, un proveedor solicita un estudio, espera a que un servicio externo adquiera e interprete las imágenes, y posteriormente aplica los hallazgos al contexto clínico.⁷ El POCUS es dinámico ya que el proveedor realiza y diagnostica en base al estudio, integrado dentro del contexto clínico con la capacidad de repetir el estudio para identificar cambios con la intervención.⁸⁻¹⁰ En pacientes críticamente enfermos en la Unidad Neonatal de Cuidados Intensivos (NICU, por sus siglas en inglés) la disponibilidad del POCUS puede ser una

herramienta salvavidas con fin de mejorar la calidad y los resultados clínicos.¹¹ Es necesario que los neonatólogos primero definan qué aplicaciones diagnósticas de POCUS serían más beneficiosas e impactantes en su entorno práctico y solicitar estos beneficios en esas áreas específicas.¹² Los datos obtenidos de los estudios de POCUS deben integrarse en el contexto clínico, con la finalidad de conocer su uso, utilizarse como un complemento para confirmar diagnósticos obtenidos mediante examen clínico, pruebas de laboratorio e imágenes disponibles previamente y de manera concurrente.⁶ Esto permitirá que si los resultados son congruentes, los médicos puedan considerar la necesidad de adquirir experiencia compartida con los especialistas en las distintas áreas de radiología, neumología, neurología y cardiología para optimizar los tiempos de atención en situaciones críticas y la observación en tiempo real del efecto de la terapia, así como disminuir – solo en ciertos casos- la demanda de otros estudios realizados habitualmente; no limitados a la ecografía, sino posiblemente a la TC y/o RM. Con esto en mente, la presente revisión sistemática pretende describir la utilidad del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal, con la finalidad de fomentar la implementación exitosa de un programa de ultrasonido en hospitales, de abordar de manera oportuna patologías que requieren intervenciones inmediatas como colocación de mini sellos pleurales, sondas pleurales, pericardiocentesis etc, para captar de manera oportuna en el área de cuidados intensivos neonatales.¹³

ANTECEDENTES

Se estima que el 10% de los recién nacidos necesitan ayuda para comenzar a respirar al nacer,¹⁴ y el 1% requiere medidas de reanimación para restablecer el funcionamiento cardiopulmonar.¹⁵ Con respecto a la tasa de mortalidad en el neonato en algunos países como EUA y Canadá ha disminuido aproximadamente 20 por cada 1000 nacimientos –en 1960– a la tasa actual aproximadamente 4 por cada 1000 nacimientos.¹⁶ La inmadurez de los recién nacidos para establecer y continuar una respiración adecuada contribuye significativamente a estas muertes y resultados adversos en el neurodesarrollo de los supervivientes.¹⁷ La reanimación al nacer podría ser más efectiva, oportuna y con mejores resultados, razón por lo cual, en la actualidad, los esfuerzos exitosos de reanimación neonatal dependen de acciones críticas que deben ocurrir en rápida sucesión para maximizar las posibilidades de supervivencia.¹⁷ El Comité Internacional de Enlace sobre Resucitación (ILCOR) destaca 3 componentes esenciales para obtener buenos resultados en la reanimación: pautas basadas en una reanimación sólida, educación eficaz de los proveedores de reanimación e implementación de la reanimación efectiva y oportuna.¹⁸ Las directrices neonatales de 2020 contienen recomendaciones, basadas en el mejor protocolo de reanimación disponible, para los pasos más impactantes que se deben realizar en la sala de partos y en el período neonatal. Sin embargo, falta profundizar en el efecto en los diversos sistemas u órganos tanto de forma inmediata como posterior los procedimientos invasivos guiados por ultrasonidos, por lo cual es necesario analizar a continuación.¹⁹

MARCO TEÓRICO

1. Aplicaciones y usos clínicos POCUS en la reanimación cardiopulmonar neonatal

Hay algunas situaciones críticas que requieren intervención inmediata que se beneficiarían al realizar ultrasonido (POCUS) en neonatos, las cuales incluyen:
(Ver Figura 1)

- La ecografía pulmonar es útil en insuficiencia respiratoria aguda no explicada o empeoramiento de la hipoxemia que no responde al soporte respiratorio habitual.²⁰
- La ecografía cardíaca en el lactante que no muestra respuesta según el protocolo del Programa de Reanimación Neonatal, sin que exista una razón identificable para esta falta de respuesta.⁶
- En Shock circulatorio agudo no explicado, como presión arterial <10º percentil a la edad gestacional corregida o falta de respuesta a tratamiento y persistencia de la hipotensión, acidosis con lactato elevado en aumento y oliguria no explicada que no remita a maniobras iniciales, como expansión de volumen y medicamentos cardiovasculares.²¹ En este caso, la ecografía cardíaca es útil tanto en el diagnóstico como en la observación de la respuesta inmediata al manejo.
- Si se observa una disminución no justificada en los niveles de hemoglobina superior al 20% en un período de 24 horas, lo que sugiere la posibilidad de un sangrado agudo, como hemorragia intracraneal, hemopericardio, hemotórax, o hemorragias subcapsulares, abdominales o esplénicas.²² Estas zonas de sangrado pueden ser localizadas y confirmadas por ultrasonido.

Figura 1. Algoritmo neonatal de reanimación.

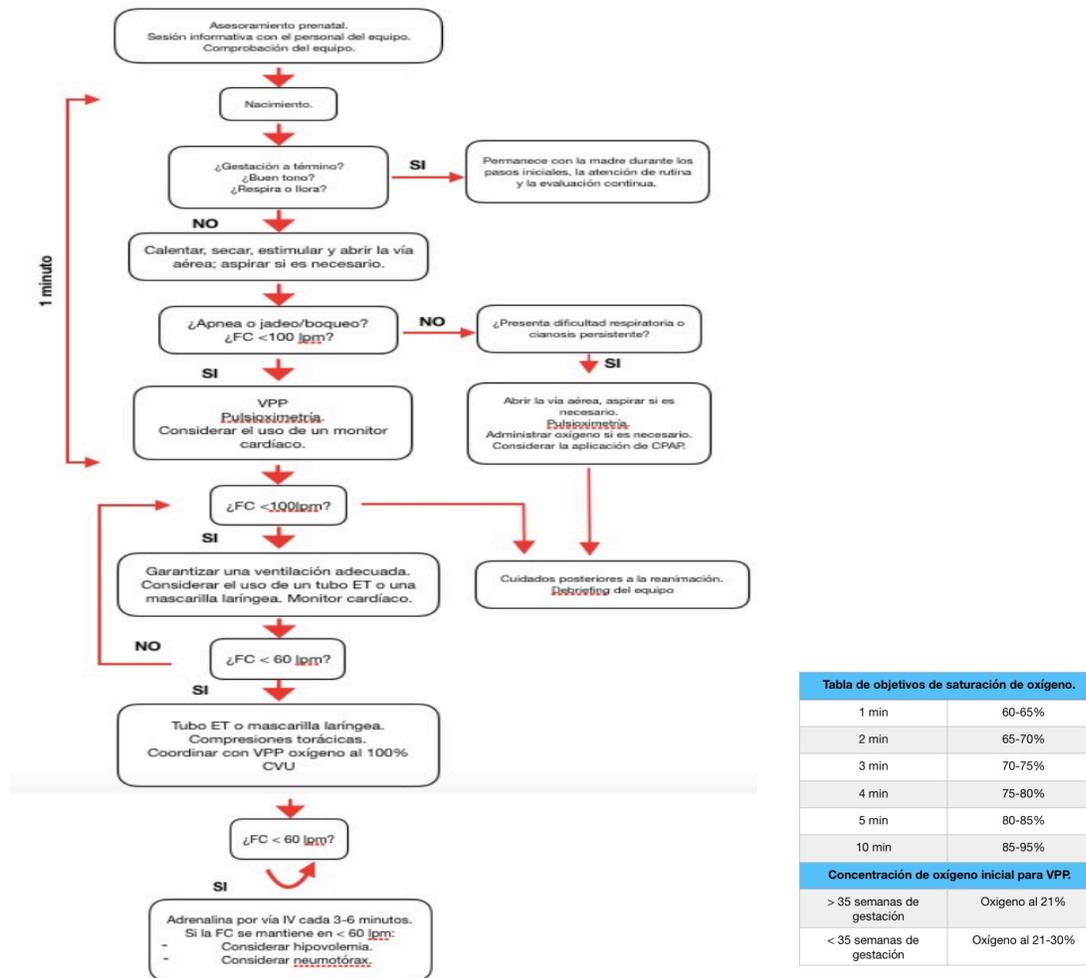


Figura 1. Algoritmo para la Reanimación Neonatal. Recurso copiado del RENE0

CPAP se refiere a la aplicación de presión positiva continua en las vías respiratorias; ECG, electrocardiograma; ETT, tubo endotraqueal; HR, frecuencia cardíaca; IV, vía intravenosa; O₂, oxígeno; Spo₂, saturación de oxígeno; y UVC, catéter venoso umbilical. "Adaptado de Aziz K, Lee HC, Escobedo MB, Hoover AV, Kamath-Rayne BD, Kapadia VS, Magid DJ, Niermeyer S, Schmölzer GM, Szyld E, Weiner GM, Wyckoff MH, Yamada NK, Zaichkin J. Part 5: Neonatal Resuscitation: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S524-S550. doi: 10.1161/CIR.0000000000000902. Epub 2020 Oct 21"

A continuación, se describirán las principales aplicaciones de POCUS en distintas condiciones y sistemas:

1.2 Ultrasonido en condiciones pulmonares

En la última década, estudios de investigación han evidenciado que el ultrasonido pulmonar es un estudio oportuno y no invasivo para diagnosticar alteraciones a nivel del parénquima pulmonar y ofrece ventajas sobre la radiografía de tórax, incluida la reducción de la exposición a radiación.²³ El ultrasonido pulmonar es una herramienta útil en situaciones de emergencia –de acuerdo con el protocolo de reanimación– ya que, como se ha mencionado, es rápido, portátil, preciso, no invasiva y sin emitir radiación.¹⁷ La valoración del ultrasonido pulmonar se basa en la detección de los artefactos relacionados con la interfaz aire-líquido como se muestra en la imagen 1: líneas A, reflejan la aireación; líneas B, reflejan septos engrosados por líquido intersticial o alveolar; y el broncograma aéreo pueden observarse en atelectasias, cuando están asociados con áreas hipocóicas e irregularidades pleurales, se pueden asociar a consolidaciones.⁷ Comúnmente el protocolo utilizado consta de seis zonas pulmonares: tres del pulmón derecho y tres del izquierdo; la zona 1 pulmón superior, la zona 2 pulmón inferior y la zona 3 pulmón lateral (se valora en área axilar). La ecografía pulmonar generalmente se realiza con el paciente en decúbito supino, pero también se puede realizar desde atrás en decúbito prono, esta posición del cuerpo debe mantenerse durante al menos 1 hora previo al estudio para permitir el movimiento y/o desplazamiento de los líquidos pulmonares por efecto de la gravedad.⁷ Se prefiere una sonda lineal de alta frecuencia, aunque cualquier sonda se puede utilizar con ajuste de la profundidad y ganancia de imagen para mostrar patrones claros de interfaz aire-líquido.

Las imágenes del anexo 5 muestran ejemplos en los cuales es común utilizar el protocolo de reanimación con ultrasonido. Estas condiciones que pueden ser diagnosticadas con ultrasonido y en el caso de neumotórax y derrame pulmonar también es de mucha utilidad para guiar la colocación de sonda o sello pleural: ⁷

- Síndrome de dificultad respiratoria y guiar la necesidad de administración de surfactante. (Imagen 5)
- Neumotórax. (Imagen 7)
- Consolidación pulmonar. (Imagen 6)
- Hernia diafragmática congénita (HDC). (Imagen 8)
- Derrame pleural. (Imagen 9)

1.3 Ultrasonido en situaciones del sistema cardiovascular

El ultrasonido para situaciones cardíacas fue descrito en la década de 1980 por médicos de urgencias para iniciar la terapia en hallazgos fisiopatológicos. En caso de presentar descompensación aguda, como objetivo principal de la ecografía cardíaca es evaluar datos de derrame pericárdico, valorar la función sistólica global del miocardio, el gasto cardíaco y la simetría ventricular.²⁵ Durante los últimos 20 años, el ultrasonido en reanimación cardíaca va en aumento su utilización en las unidades de cuidados intensivos neonatales (NICU) para proporcionar información en tiempo real que facilite la toma de decisiones clínicas y el resultado del tratamiento en la función cardíaca al momento.²⁶ Su objetivo básico difiere en un ecocardiograma estructural integral realizado por el cardiólogo pediátrico o una evaluación hemodinámica avanzada realizada por el neonatólogo, conocida como ecocardiografía neonatal dirigida. El papel principal de la ecografía cardíaca es evaluación urgente del paciente crítico y la identificación inmediata de procesos patológicos que pueden diagnosticarse rápidamente con imágenes ecocardiográficas básicas estándar, incluidos derrames pericárdicos, mala colocación de catéteres, disfunción sistólica miocárdica, crisis hipertensiva pulmonar e hipovolemia con subllenado cardíaco.²⁷ El reconocimiento temprano y el escrutinio de condiciones patológicas mediante la ecografía pueden guiar intervenciones de reanimación que salvan vidas y se beneficiarían de una adaptación ubicua.²⁷

Se han desarrollado planes de estudio para la ecografía cardíaca en algunas instituciones de todo el mundo con el objetivo de capacitar a más proveedores en aplicaciones básicas y que salvan vidas de la ecografía, diferenciándose en

limitaciones de práctica y pautas para la capacitación en hemodinámica avanzada.²⁸

El ultrasonido, no se utiliza como una herramienta de detección de cardiopatías congénitas (CHD); por lo tanto, su papel durante el período neonatal debe definirse claramente.⁷

La ecografía cardíaca no implica una evaluación estructural completa en la evaluación inicial. No obstante, investigaciones han demostrado que, con la implementación de entrenamiento y protocolos estandarizados, el ultrasonido puede detectar de manera efectiva anomalías sutiles.⁷ Estas anomalías pueden justificar un acceso temprano a la cardiología pediátrica para descartar posibles cardiopatías congénitas subyacentes. Dada la complejidad adicional durante la transición neonatal y los factores de desarrollo asociados con la inmadurez, los cuales pueden influir en la confiabilidad del operador y afectar su valor clínico, resulta imperativo contar con entrenamiento y protocolos estandarizados para el ultrasonido en la reanimación neonatal.⁷ Esto es esencial para asegurar la calidad de los estudios y su interpretación, tanto en entornos con recursos abundantes como en aquellos con recursos limitados.⁷ Algunas de las aplicaciones en reanimación como derrame pericárdico, localización de catéter central, arritmias y respuesta a tratamiento, al igual cese de la contractibilidad cardíaca.

1.4 Ultrasonido abdominal

Un amplio espectro de condiciones patológicas abdominales críticas que podrían ocurrir en neonatos justifica una evaluación con ultrasonido en tiempo real. Hay ventajas del ultrasonido abdominal incluyendo que es un método no invasivo, fácilmente disponible, proporciona información en tiempo real y ayuda en la intervención terapéutica (como la paracentesis), convirtiéndola en una herramienta excelente para su uso en reanimación cardiopulmonar neonatal.²⁸

De hecho, la ecografía es, en gran medida, la primera modalidad de imagen de elección para la mayoría de las condiciones abdominales en neonatos; sin embargo, se considera como un complemento a estudios de imágenes adicionales

debido a sus limitaciones y restricciones operativas.²⁹ Su uso se ha reportado en las siguientes condiciones:

- Sangrado abdominal o ascitis.
- Isquemia intestinal.
- Enterocolitis necrosante

1.5 Ultrasonido craneal

El ultrasonido craneal es la modalidad de neuroimagen más comúnmente utilizada en reanimación cardiopulmonar. En los neonatos y lactantes, la ecografía transfontanelar permite la evaluación de diversas lesiones cerebrales principalmente la identificación oportuna de hemorrágicas o isquémicas, así como el monitoreo no invasivo de la presión intracraneal a través de la fontanela anterior. La ecografía transfontanelar puede ayudar a detectar rápidamente hemorragias intraventriculares graves como causa de descompensación aguda con la finalidad de contribuir a redirigir la gestión clínica.³¹

Patologías detectables por ultrasonido craneal:

- Hemorragias
- Hidrocefalia

1.6 Evaluación sistemática multiorgánica neonatal en descompensación aguda

El algoritmo actual para neonatos en descompensación aguda introduce un enfoque sistemático utilizando ultrasonido con pasos predefinidos centralizando en la evaluación de falta de respuesta a la reanimación, descompensación o anemia aguda inexplicada o pérdida de sangre.³² Se recomiendan vistas con ultrasonido focalizadas que sean relativamente fáciles de practicar y reproducibles para detectar patologías específicas.

Por ende, el uso de un algoritmo en neonatos que se encuentran en descompensación aguda guiado por ultrasonido brinda una oportunidad importante para que los profesionales de cuidados intensivos neonatales identifiquen la fisiopatología de un lactante en descompensación aguda en tiempo real,

reemplazando el enfoque empírico.³³ Al no presentar respuesta a la reanimación, según las pautas del Programa de Reanimación Neonatal, se ha recomendado identificar el mecanismo de falta de respuesta utilizando el algoritmo presentado como un diagrama de flujo en la Figura 2, utilizándose bajo un abordaje la valoración de órganos priorizando el Programa de Reanimación Neonatal.⁷

Figura 2. Algoritmo para la evaluación sistemática multiorgánica

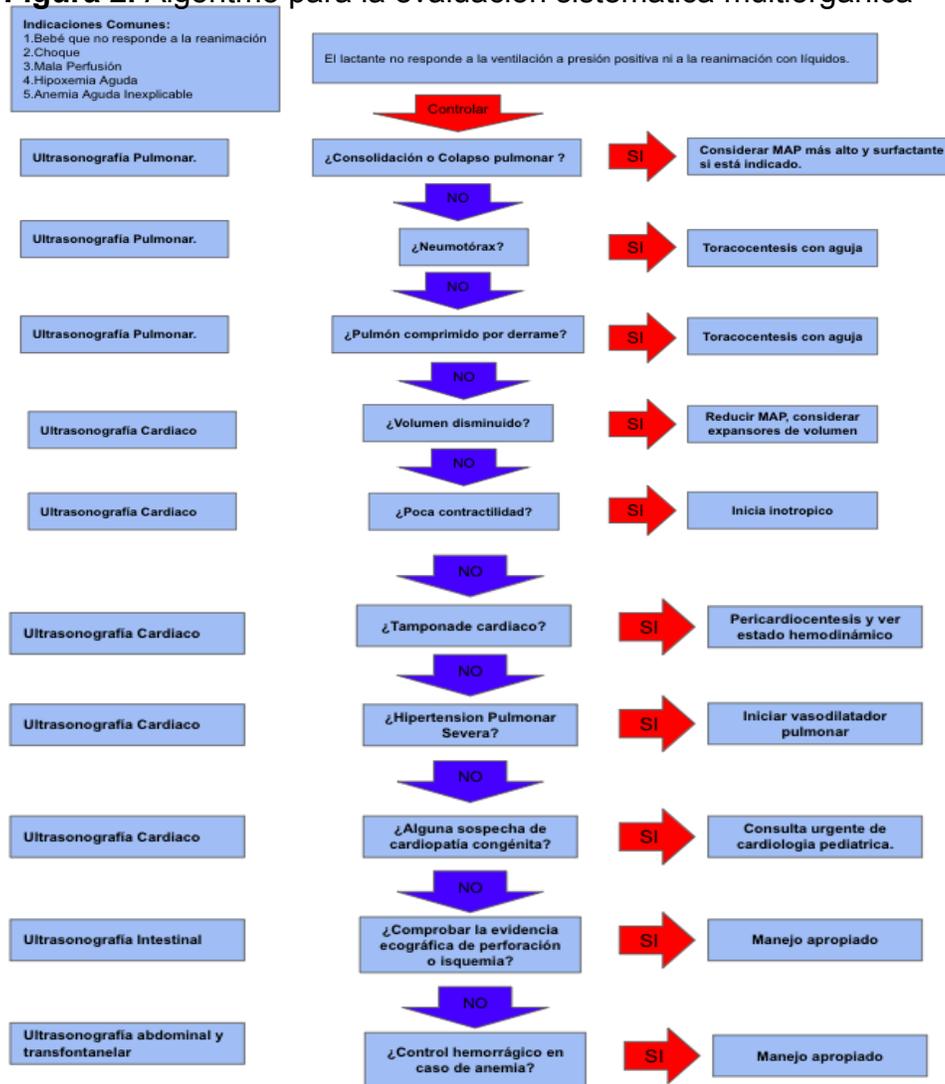


Figura 1. Algoritmo para la evaluación sistemática multiorgánica mediante ultrasonografía para cualquier neonato que no responda a los pasos estándar de reanimación después del nacimiento o en cualquier momento. **MAP, presión media de la vía aérea. "Adaptado de Stewart DL, Elsayed Y, Fraga MV, Coley BD, Annam A, Milla SS; COMMITTEE ON FETUS AND NEWBORN AND SECTION ON RADIOLOGY; Section on Radiology Executive Committee, 2021–2022. Use of Point-of-Care Ultrasonography in the NICU for Diagnostic and Procedural Purposes. *Pediatrics*. 2022 Dec 1;150(6):e2022060053. doi: 10.1542/peds.2022-060053"

Bajo este contexto, es recomendable que primero, se realice la evaluación pulmonar, incluida la valoración de una adecuada expansión pulmonar durante la ventilación, valorando la ventilación óptima, seguida de la evaluación de patologías agregada, como colapso pulmonar, neumotórax, derrames y hernia diafragmática congénita no diagnosticada.⁷ En segundo lugar, es importante realizar la evaluación cardíaca, que incluye la evaluación del estado de volumen y llenado cardíaco, contractilidad cardíaca, hipertensión pulmonar y derrame pericárdico. Si hay anemia asociada o palidez severa, deberá atribuir a hemorragia cerebral, lo cual se debe realizar un ultrasonido craneal y abdominal en caso de sospecha de perforación lo cual podemos valorar neumoperitoneo.⁷

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Se estima que alrededor del 10% de los bebés que acaban de nacer necesitan asistencia para comenzar a respirar, y aproximadamente el 1% requiere medidas intensivas para restaurar la función cardiopulmonar.³⁴ La tasa de mortalidad entre los recién nacidos en países del norte, como Estados Unidos y Canadá, ha bajado de casi 20 por cada 1000 nacidos vivos en la década de 1960 a aproximadamente 4 por cada 1000 nacidos vivos en la actualidad.¹⁷ La incapacidad de los bebés para establecer y mantener una respiración adecuada o espontánea contribuye significativamente a estas muertes tempranas y a los problemas en el desarrollo del cerebro entre los sobrevivientes. Por lo tanto, una reanimación rápida y efectiva al nacer podría mejorar aún más los resultados para los bebés recién nacidos. Los esfuerzos exitosos de reanimación neonatal dependen de acciones críticas que deben ocurrir rápidamente para aumentar las posibilidades de supervivencia. Por ende, algunos protocolos de acción como el Programa de Reanimación Neonatal y la Fórmula para la Supervivencia del Comité de Enlace Internacional sobre Resucitación (ILCOR, por sus siglas en inglés) destacan 3 componentes esenciales para obtener buenos resultados en la reanimación: pautas basadas en la sólida ciencia de la reanimación neonatal, educación efectiva de los proveedores de reanimación e implementación de reanimación efectiva y oportuna.³⁵ Las pautas neonatales contienen recomendaciones, basadas en sustento científico de amplio respaldo, para los pasos más impactantes que se deben realizar en la sala de partos. Por ende, esta revisión es importante para proporcionar conocimiento y recomendaciones específicas para los médicos que muchas veces pueden pasar por desapercibido esto y/o no conocen los protocolos de atención actuales.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes reportada en la literatura de los últimos 10 años? (Ver *Tabla 1*)

Tabla 1. Pregunta PICO

Paciente/Población	Intervención	Comparación	Resultado
Publicaciones de pacientes sometidos a reanimación cardiopulmonar neonatal con utilización de US.	Identificar el uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes.	N/A	Conocimiento de los resultados del uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes.

Tabla 1. Pregunta PICO. Fuente: Recurso propio

OBJETIVOS

General

Revisar la bibliografía disponible y recopilar la información respecto al uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes reportada en la literatura de los últimos 10 años.

Específicos

- Describir la eficacia del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes descrita en la literatura de los últimos 10 años.
- Describir los beneficios del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en los pacientes descrita en la literatura de los últimos 10 años.
- Identificar el uso en diferentes áreas del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en pacientes descrita en la literatura de los últimos 10 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño metodológico del estudio

La revisión sistematizada de la literatura se generó a través de la declaración PRISMA del 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Metaanalysis*) para garantizar que se capture toda la información recomendada y publicada en las diferentes bases de datos.

Diseño de la revisión sobre la calidad de los ensayos

El método seleccionado para evaluar la calidad de la evidencia presentada en los ensayos y evaluar el grado de sesgo, fue la escala GRADE (*Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation*), una guía que precisa cuatro niveles de calidad de la evidencia: alta, moderada, baja y muy baja. La calidad puede verse afectada como resultado de las limitaciones en el diseño, implementación del estudio, imprecisión en los resultados, evidencia indirecta o sesgo en la publicación, mientras que la calidad puede mejorarse por una magnitud grande del efecto, un gradiente a favor de la respuesta o efecto y las limitaciones en los sesgos posibles que puedan reducir el efecto aparente de la intervención del estudio. Los ensayos clínicos aleatorizados suelen comenzar como evidencia de alta calidad, mientras que los ensayos observacionales como una evidencia moderada a baja.

Fuentes de información seleccionadas

La búsqueda de artículos y ensayos se llevó en las siguientes bases de datos, incluidas *Pubmed, Redalyc, Cochrane Library, Springer Link, Willey Online Library y Science Direct*, fuentes de información seleccionadas por su gran relevancia e importancia en Neonatología, Urgencias e Imagenología, áreas de gran importancia para la revisión. Estas bases fueron seleccionadas por múltiples razones, ya que permiten realizar la búsqueda basada en uno o varios tipos de documentos, aplicar diversos tipos de filtros –como el idioma, revistas, año de publicación, disponibilidad del texto completo, y otros filtros avanzados–, permitiendo así mismo la búsqueda por campo de especialidad, y combinar la estrategia de búsqueda con diferentes opciones: por autor o tipos de documentos.

Estrategia de búsqueda

El día 29 de diciembre del 2023 se realizó la búsqueda por última vez en cada una de las bases anteriormente mencionadas. La búsqueda estuvo guiada por una estrategia de búsqueda específica para cada buscador, generada a partir de la utilización de términos controlados “MeSH” y “DeCS” y palabras clave, en combinación con conectores booleanos (OR) y/o (AND) que ayudarán a garantizar una cobertura amplia como parte integral de la calidad de la información presentada. La estrategia de búsqueda completa, palabras clave, términos de búsqueda y sinónimos, puede apreciarse en la Tabla 2. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Términos DeCS, MeSH y palabras claves utilizadas de búsqueda

“Palabras Clave”	“Términos de búsqueda”	de “DeCS”	“Sinónimos”	Estrategia de búsqueda basada en términos “MeSH”
-Ultrasonido	Conocimiento del uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes.	Español	Español	Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms]
-Usos		-Ultrasonido	-Ecocardiografía	
-Reanimación cardiopulmonar neonatal		-Usos	-POCUS	
-POCUS		-Reanimación cardiopulmonar neonatal	-Ultrasonido en el área cardiovascular	
-Ultrasonido en el área cardiovascular		Inglés	-Ultrasonido pulmonar	
-Ultrasonido pulmonar		-Ultrasound	-Ultrasonido en la descompensación aguda.	
-Ultrasonido en la descompensación aguda		-Usage	Inglés	
	-Neonatal cardiopulmonary resuscitation	-Ecocardiography		
		-POCUS		
		-Ultrasound in the cardiovascular area		
		-Pulmonary ultrasound		
		-Ultrasound in acute decompensation.		

Tabla 2. Estrategia de búsqueda. Fuente: Recurso propio

Proceso de extracción de la información

El método de extracción de datos se guió a través de una selección adecuada de los ensayos, por orden en cuanto a calidad de información, tomando en consideración primeramente estudios prospectivos y retrospectivos, así como ensayos controlados aleatorizados (ECAs), con resultados enfocados en la identificación del uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal descrita en la literatura. Posteriormente, fueron seleccionados estudios observacionales y descriptivos. Por la limitación en la información y estudios de carácter aleatorizado, se consideraron ensayos con muestras poblacionales reducidas, que incluyeron intervenciones individuales o series de casos clínicos. Por intereses de los autores, la información extraída considero artículos en inglés y español, con un criterio de selección de ensayos de hasta 10 años y como parte importante de la información que se presenta.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

Para consideración de la revisión, se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- *Basados en el diseño del estudio:* Se consideraron en primer lugar ensayos prospectivos, retrospectivos y ECAs, seguido de ensayos observacionales y descriptivos, así como estudios con muestras poblacionales reducidas, como intervenciones individuales y series de casos clínicos.
- *Basados en los participantes:* estudios que describieran el uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal para describir su impacto en el paciente y mejora de la función.
- *Basados en la intervención:* determinar, identificar y describir los diferentes usos del ultrasonido (cardiovascular, pulmonar, abdominal, craneal, en la descompensación aguda) en la reanimación cardiopulmonar neonatal.
- *Basados en resultados:* estudios y ensayos en los que ha descrito con éxito el uso del ultrasonido en reanimación cardiopulmonar neonatal en la bibliografía de los últimos 10 años.

- *Basados en el idioma de la publicación:* Artículos publicados en español e inglés.
- *Basados en la fecha de publicación:* Artículos de no más de 10 años.

Criterios de exclusión

Por otro lado, para consideración de la revisión, se excluyeron los siguientes estudios y ensayos:

- Ensayos en los que no hay resultados concluyentes sobre el uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal o estudios donde no se haya descrito un beneficio de su uso.
- Artículos con una publicación mayor a los 10 años. (2013-2023)
- Artículos sin seguimiento de la muestra poblacional o sin efecto para la presente revisión.

Proceso de selección

Una vez realizada la búsqueda, los artículos seleccionados de los buscadores anteriormente mencionados, fueron descargados de forma manual, con el objetivo de generar una síntesis de la información. La finalidad de la descarga es la obtención de una publicación con una alta calidad de la evidencia, basada en los puntos anteriormente mencionados y en el apartado de Evaluación de la certeza de la evidencia. (*Ver Apartado, Evaluación de la certeza de la evidencia*). Con esto en mente, se detallan los puntos importantes realizados como parte de la búsqueda de la información y como criterio de calidad de la información en cada una de las publicaciones incluidas en la investigación: (*Ver Figura 3*)

1. En primer lugar, se identificaron cada uno de los artículos iniciales y se evaluó la posibilidad de que hubiera duplicación con otros documentos similares en otras bases de datos.
2. Se realizó una revisión preliminar tomando en cuenta aspectos como concordancia del título con el objetivo planteado de la revisión, el autor o autores, el resumen –que debía incluir al menos los elementos esenciales: objetivos, diseño metodológico, resultados y conclusiones–, así como

información general como el país de origen, el año de publicación, la revista donde se publicó y el campo de estudio relacionado.

3. Después de completar los pasos anteriores, se seleccionaron los estudios que se consideraron potencialmente relevantes para formar parte de los resultados de la investigación y ser sometidos a un análisis más detenido.
4. Se excluyeron aquellos artículos que no tenían acceso al texto completo por diversas razones, así como aquellos que no eran pertinentes para la revisión y el ámbito de estudio relacionado con el uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal. También se descartaron los estudios que, aunque cumplían los criterios de selección, tenían más de 10 años de publicación.
5. Una vez completados los pasos anteriores, se obtuvo una muestra potencial para su análisis, mediante una selección preliminar de los artículos y teniendo en cuenta sus limitaciones, previsiones, implicaciones y relevancia en el campo, así como las recomendaciones futuras para la investigación. El proceso completo de búsqueda de información y selección de artículos por base de datos individual se detalla en la Tabla 3 y se presenta en el diagrama PRISMA en la Figura 3, además de los anexos correspondientes. *(Ver Tabla 3) (Ver Figura 3) (Ver Anexo 1)*

Figura 3. Flujoograma PRISMA de obtención de la información.

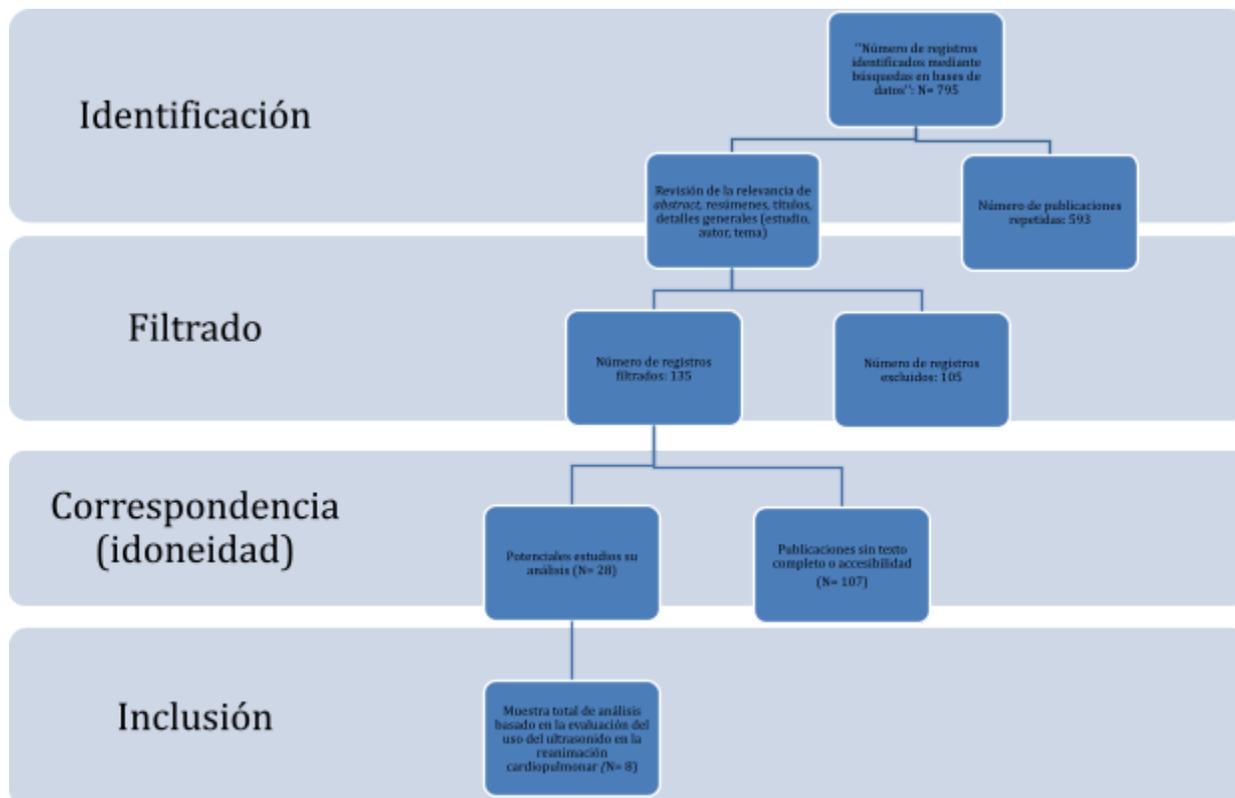


Figura 3. Flujoograma PRISMA de obtención de la información. Fuente: Recurso propio

Obtención de los datos

Luego de completar el proceso de selección previamente mencionado y realizar un análisis detallado, se recopiló la totalidad de estudios que formaron parte de los resultados de la revisión. Esta compilación consistió en un total de 8 estudios obtenidos y descargados de los diferentes motores de búsqueda establecidos, seguido de su posterior recuperación y categorización. Es esencial destacar que se excluyeron aquellos estudios que presentaban dificultades en la descarga, no contaban con acceso autorizado, tenían restricciones, requerían pago para acceder, estaban incompletos o no cumplían con los criterios de selección, así como aquellos que estaban duplicados en otra base de datos. Como se mencionó previamente, se realizó una revisión manual e independiente del texto completo de cada estudio, seleccionando aquellos que cumplían con los criterios de selección; además, se llevó a cabo un breve análisis de las referencias incluidas en los artículos con el objetivo de enriquecer la calidad de la información y determinar su

relevancia para futuras investigaciones y estudios. Una vez que se seleccionaron los ensayos pertinentes, se procedió a extraer la información de manera independiente siguiendo un protocolo específico, registrando los datos en una hoja de cálculo de *Microsoft Office Excel*. La información extraída incluyó el año de publicación, el tipo de artículo, el país de origen, los autores, la metodología, los objetivos, la muestra poblacional, el diseño metodológico y la relevancia en los resultados, los cuales se centraron en la evaluación del uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal, así como el tipo de intervención o estudio, el número de pacientes incluidos o excluidos en cada caso y los factores sociodemográficos pertinentes según el estudio. Puede encontrar más detalles sobre este proceso en la sección de Resultados y en el Anexo 1. (Ver Resultados) (Ver Anexo 1)

Tabla 3. Estrategia de búsqueda de información por base de datos

Bases de Datos	Estrategia de Búsqueda	Resultados	Descartados (Repetidos)	Seleccionados (Filtrados)	Excluidos	Recuperación	Total
Metabuscadores							
Pubmed	((((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms])))	189	103	33	23	10	3
Cochrane Library	((((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms])))	86	61	12	11	1	0
Redalyc	((((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms])))	91	68	17	14	3	0
Scielo	((((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms])))	126	103	21	19	2	0
OTROS METABUSCADORES							
Springer Link	((((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound	102	95	16	11	5	2

	[Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms])]]))						
Wiley Online	(((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms]))))	106	99	10	6	4	1
Science Direct	(((Lung ultrasound [Mesh Terms] OR Cardiopulmonary ultrasound [Mesh Terms]; OR Doppler Ultrasound [Mesh Terms]; OR point of care ultrasound [Title/Abstract] AND use [Mesh Terms] AND Neonatal cardiopulmonary resuscitation [Mesh Terms] AND newborn resuscitation [Mesh Terms] OR neonatal medicine [Mesh Terms] OR perinatal medicine [Mesh Terms] OR neonatal resuscitation [Mesh Terms]))))	95	64	26	21	3	2

Tabla 3. Organización por base de datos. Fuente: Recurso propio

Evaluación de los resultados

El principal objetivo –objetivo primario– de la revisión fue determinar el uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal en la mejora de la función y protocolo de los pacientes. Además, como objetivos secundarios, se centró en analizar cómo esta intervención podría mejorar la función, beneficiar a los pacientes neonatales y en qué áreas es eficaz su uso. En última instancia, se evaluó el éxito de manera binaria, basándose en los criterios predefinidos específicos para cada artículo.

Calidad de la información y riesgo de sesgo

Además de lo mencionado previamente, se llevó a cabo una evaluación independiente de la calidad de diseño metodológico de los distintos estudios, siguiendo las pautas establecidas en el "Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones" (*Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Intervention*) además de la evaluación de la calidad con la escala GRADE (consulte la sección de "Evaluación de la certeza de la evidencia" y los Anexos 2 y 3). (Ver *Evaluación de la certeza de la evidencia*) (Ver Anexos 2 y 3) El nivel de riesgo se determinó en función de los siguientes criterios: bajo riesgo, cuando se cumplieron en su totalidad los criterios; riesgo moderado, cuando se cumplieron parcialmente uno o más criterios; y alto riesgo, cuando no se cumplieron uno o más criterios.

Evaluación de la certeza de la evidencia.

Método PRISMA

Las pautas de la revisión coinciden con los estándares utilizados para evaluar bibliográficas, revisiones sistemáticas y estudios de metaanálisis del método PRISMA. Este conjunto de directrices consta de 27 elementos que se agrupan en 7 categorías principales dentro del estudio, y tienen como finalidad mejorar la calidad de la evidencia:

- Título del artículo
- Resumen o resumen
- Introducción del marco teórico
- Diseño metodológico
- Presentación de resultados en tablas o gráficos
- Discusión
- Identificación de limitaciones del estudio y fuentes de financiación

Este sistema fue desarrollado con el propósito de aportar claridad al proceso, organizar la información, establecer directrices generales y mejorar la calidad de los artículos en el ámbito de las revisiones y metaanálisis. En esta revisión, estas pautas desempeñan un papel crucial.

Escala GRADE

Como se ha comentado, la calidad de la información contenida en los artículos fue evaluada utilizando el sistema GRADE, que permite categorizar la evidencia y las recomendaciones basadas en los hallazgos de los artículos. La escala se encarga de clasificar la información mediante la evaluación de criterios que pueden aumentar o disminuir la calidad según corresponda. Los criterios utilizados en esta revisión fueron los siguientes (*Ver Anexos 2 y 3 para más información*):

- Se tomó en cuenta el diseño metodológico, la muestra y las limitaciones del estudio.

- Se examinaron los resultados para identificar posibles imprecisiones y debilidades.
- Se evaluaron las referencias citadas y su contribución al proyecto.
- Se consideró el nivel de sesgo que los autores pudieron introducir en sus trabajos.
- Los criterios que contribuyeron a elevar el nivel de calidad incluyeron:
- La existencia de una fuerte relación entre los objetivos y los resultados.
- La correlación entre el análisis y la evaluación de los resultados con los objetivos generales y específicos del estudio.
- La presencia de evidencia científica sólida y el respaldo de posibles riesgos y sesgos que pudieran afectar la calidad de la investigación.

RESULTADOS

Se encontró un total de 8 estudios para la realización de la revisión sistemática. A continuación, se detalla la información y datos arrojados de la búsqueda de información previamente descrita, acomodada por autor, tipo de estudio, número de pacientes incluidos en el estudio, el **uso recomendado por los autores del ultrasonido y la mejoría de la función**, hallazgos importantes del estudio derivados de las conclusiones y resultados del ensayo. (Ver Tabla 4)

Tabla 4. Resultados

Autor(es) y año de publicación	Tipo de estudio	Número de pacientes incluidos	Uso recomendado de los autores	Objetivo	Área de uso	Hallazgos importantes	Escala GRADE
Abdelmawla, <i>et al.</i> 2019 (9)	Estudio retrospectivo de cohorte	27 neonatos prematuros con una edad gestacional de <30 semanas.	El ultrasonido pulmonar entre la primera y novena semana postnatal es útil en la evaluación y predicción del desarrollo de enfermedad pulmonar crónica en neonatos, así como en reanimación cardiopulmonar neonatal.	Determinar la hipótesis de que un puntaje de gravedad del ultrasonido pulmonar (LUSsc, por sus siglas en inglés) puede predecir el desarrollo de la enfermedad pulmonar crónica (CLD, por sus siglas en inglés) en pacientes neonatos prematuros.	Reanimación cardiopulmonar y área respiratoria	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó una ecografía pulmonar (LUS) entre la primera y novena semana posnatal. Se diseñó una curva característica de operación del receptor (ROC) para evaluar la capacidad del puntaje de gravedad de la ecografía pulmonar (LUSsc) para predecir la enfermedad pulmonar crónica (CLD). 14 neonatos que desarrollaron CLD tenían un LUSsc más alto que aquellos que no lo hicieron (mediana [IQR] de puntuaciones: 9 [6–12] vs. 3 [1–4], $p < 0.0001$). 	ALTA CALIDAD

						<ul style="list-style-type: none"> Un umbral de LUSc de 6 tiene una sensibilidad y especificidad del 76 y 97%, así como valores predictivos positivos y negativos del 95 y 82%, respectivamente. 	
Agrawal, <i>et al.</i> 2021 (37)	Estudio observacional multicéntrico	131 neonatos de 34 semanas de gestación	Evaluación de la frecuencia cardíaca (FC) para determinar la necesidad de iniciar y continuar la reanimación.	Comparar la precisión y el tiempo de adquisición de la FC con el ultrasonido Doppler portátil (UDP) versus el electrocardiograma (ECG) en recién nacidos.	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> La media (\pmDE) de la FC visible con UDP fue de 158 (\pm21) lpm en comparación con la FC-ECG de 161.3 (\pm 20) lpm ($p=0.07$), siendo comparables. El tiempo mediano (cuartil 1, cuartil 3) para la adquisición de la FC audible con UDP (76 [51, 91] segundos) fue significativamente menor que el de la FC-ECG (96.5 [74.2, 118] segundos; $p<0.001$). El ultrasonido Doppler portátil tiene una precisión similar al ECG y es más rápido en la adquisición de la señal. 	ALTA CALIDAD
Badurdeen, <i>et al.</i> 2021 (38)	Estudio observacional multicéntrico	52 neonatos con una mediana de edad de 27 semanas y 6/7 (IQR 26-7/7 - 28-6/7). 30 neonatos (58%)	Identificación temprana de los neonatos para predecir la terapia con surfactante en prematuros y muy prematuros.	Evaluar la precisión de la ecografía pulmonar (LUS) en la sala de partos para predecir la terapia con surfactante en neonatos	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> Se obtuvieron videos de LUS de ambos lados del pecho a los 5-10 minutos, 11-20 minutos y 1-3 horas después del nacimiento. Treinta neonatos (58%) recibieron surfactante. 	ALTA CALIDAD

		recibieron surfactante		prematuros y extremadamente prematuros.		<ul style="list-style-type: none"> • A los 11-20 minutos, LUS tuvo una especificidad del 95% (IC del 95% 77-100%) y una sensibilidad del 59% (IC del 95%, 39-77%) para predecir la terapia con surfactante. • El LUS en la sala de partos predice con precisión la terapia con surfactante en bebés menores de 32 semanas y 7 días. 	
Dyson, <i>et al.</i> (39)	Estudio prospectivo	51 neonatos con una mediana de edad gestacional de 36 semanas (27-41)	Recomiendan utilizar el ultrasonido Doppler para evaluar la frecuencia cardíaca neonatal.	Determinar si el ultrasonido Doppler portátil es factible y confiable para evaluar la frecuencia cardíaca (FC) neonatal en comparación con el electrocardiograma (ECG).	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • Las medidas de resultado evaluaron la correlación y variación entre el ultrasonido Doppler y el ECG. • Cada recién nacido tuvo su FC registrada cada 15 segundos durante 145 segundos. • Hubo una diferencia media de 0.69 lpm (IC del 95%: -2.9 a +1.5) entre el ultrasonido Doppler-FC y ECG-FC con una buena correlación entre las modalidades ($r=0.94$, $p<0.01$). • La FC medida con AD se correlaciona bien con la FC medida con ECG. 	ALTA CALIDAD
Katheria, <i>et al.</i> (40)	Estudio aleatorizado controlado	60 neonatos	Utilidad en la reanimación cardiopulmonar en neonatos, asociado	Determinar si los recién nacidos a término con riesgo de requerir reanimación, el pinzamiento tardío del cordón umbilical a los 5	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha encontrado que un intervalo de 5 minutos para el pinzamiento tardío del cordón umbilical es factible en recién 	ALTA CALIDAD

			al pinzamiento del cordón umbilical.	minutos, con la aplicación de intervenciones de reanimación en comparación con el pinzamiento a 1 minuto (o antes, si es necesario realizar reanimación), mejoraría la transición al nacer y aumentaría la saturación de oxígeno en los tejidos cerebrales (StO2), según se mide mediante espectroscopia de infrarrojo cercano a las 12 horas de vida.		nacidos a término con riesgo de requerir reanimación. <ul style="list-style-type: none"> Los neonatos con pinzamiento tardío del cordón umbilical pueden beneficiarse de una mejor hemodinámica, como se evidencia por un aumento en la presión arterial, la saturación de oxígeno (StO2) y una disminución en el índice de oxígeno fraccional cerebral (FTOE). 	
Kayama, <i>et al.</i> (41)	Estudio prospectivo observacional	100	Evaluar la frecuencia cardíaca en los recién nacidos de forma precisa y rápida, no solo en reposo sino durante la reanimación neonatal.	Verificar la velocidad y precisión del Doppler ultrasónico fetal (Doppler fetal) en la medición de la frecuencia cardíaca de los recién nacidos en reposo, incluidos los prematuros y neonatos con bajo peso al nacer, así como su eficacia durante la reanimación neonatal, incluso en casos de asfixia neonatal.	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> Se utilizó un electrocardiograma de tres derivaciones y Doppler fetal para medir las frecuencias cardíacas en reposo en 100 recién nacidos, incluidos 48 prematuros con bajo peso al nacer, en un periodo de 0 a 72 horas después del parto. Se compararon los tiempos de visualización de la frecuencia cardíaca entre el electrocardiograma y el Doppler fetal. Para visualizar la frecuencia cardíaca, el Doppler fetal requirió un tiempo mediano de 5 segundos, mientras que el electrocardiograma 	ALTA CALIDAD

						<p>necesitó un tiempo mediano de 10 segundos ($P < 0.001$).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante la reanimación neonatal, la frecuencia cardíaca se midió en menos de 10 segundos en 18 de 21 casos (86%) y se mostró con un tiempo mediano de 5 segundos. • El Doppler fetal puede medir la frecuencia cardíaca en los recién nacidos de manera precisa y rápida, y es útil para evaluar la frecuencia cardíaca no solo en reposo sino también durante la reanimación neonatal, especialmente en casos de asfixia. 	
Rodriguez-Fanjul, <i>et al.</i> 2019 (42)	Serie de casos clínicos	2	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de la asistolia eléctrica y las causas que la provocan. • Integración de la reanimación cardiopulmonar y detectar la causa subyacente. 	<p>Describir dos casos en los que la ecografía ayudó a descartar la causa de la reanimación cardiopulmonar (RCP) a través de la propuesta de un algoritmo adaptado en el cual la ecografía está integrada en la RCP neonatal.</p>	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • La ecografía Doppler desempeña un papel importante en la detección de la asistolia eléctrica. 	ALTA CALIDAD

Shimabukuru, <i>et al.</i> 2017 (43)	Estudio prospectivo multicéntrico.	33	Evaluar la frecuencia cardíaca (FC) en la reanimación neonatal.	Confirmar el potencial de utilizar un dispositivo Doppler fetal de mano para evaluar la FC en la reanimación cardiopulmonar y comparar su equivalencia con Neo-ECG.	Reanimación cardiopulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • El uso del electrocardiograma de 3 derivaciones neonatales (Neo-ECG) se sugiere como un método para la evaluación de la frecuencia cardíaca (FC) en la reanimación neonatal. • La FC medida con el ultrasonido y el Neo-ECG correlacionó fuertemente ($r = 0.977$) en 155 mediciones de 33 casos. • La evaluación de la FC con el ultrasonido es una herramienta válida para evaluar la FC. 	ALTA CALIDAD
---	---------------------------------------	----	---	---	-------------------------------	--	-----------------

Tabla 4. Resultados. Recurso propio

DISCUSIÓN

Cómo se ha comentado, la ecografía o ultrasonido (POCUS) ha sido ampliamente utilizada en cuidados críticos y medicina de emergencia en adultos durante las últimas dos décadas. La neonatología ha ido incorporando y aceptando lentamente esta tecnología como parte de la práctica clínica, existiendo pruebas convincentes que validan que el POCUS neonatal como una extensión importante de los exámenes clínicos. Las aplicaciones diagnósticas y procedimentales descritas en esta revisión se utilizan con frecuencia en todos los aspectos de la práctica diaria, incluyendo salas de parto y salas de reanimación, unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN), y en transportes neonatales.⁷ Con fines de simplificación, las aplicaciones y beneficios se describen de acuerdo con su utilidad en escenarios específicos sin que esto no involucre diferentes órganos o requieran una evaluación multiorgánica.

La American Heart Association (AHA) indica que la ecografía puede ser beneficiosa durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) siempre que se disponga de un ecógrafo adecuado y de un profesional capacitado para su uso. En pacientes adultos, el enfoque ultrasonográfico se emplea ampliamente en la cabecera del paciente en diversos campos de la medicina crítica y servicios de emergencia debido a su practicidad y capacidad para proporcionar información detallada de manera rápida y no invasiva, facilitando tanto diagnósticos como tratamientos terapéuticos. El paro cardíaco es una emergencia crítica que requiere una RCP efectiva, donde la identificación rápida de la causa subyacente es crucial para intervenir de manera oportuna y resolver la situación. Esto es especialmente relevante en casos de actividad eléctrica sin pulso, donde la ecografía juega un papel vital. Implementar protocolos de RCP que incorporen el uso de ultrasonido es factible y extremadamente útil para identificar la causa del paro cardíaco y abordarla de manera específica para mejorar los resultados.

Durante la reanimación cardiopulmonar (RCP), las causas reversibles de paro cardiaco son de particular importancia, especialmente en situaciones clínicas difíciles de diagnosticar como el taponamiento cardiaco, neumotórax a tensión, embolismo pulmonar agudo, trombosis coronaria, hipoxemia severa (por ejemplo, neumonía grave, síndrome de distrés respiratorio agudo, edema pulmonar cardiogénico) y hemorragia oculta (por ejemplo, aneurisma torácico o abdominal, hemotórax, hemoperitoneo). Estos diagnósticos pueden ser identificados rápidamente durante los intervalos entre los ciclos de compresiones torácicas, e incluso durante las mismas, lo que permite abordar la causa del paro cardiaco y resolverla lo más rápido posible. Esto tiene un impacto significativo en la efectividad de la reanimación y en el retorno a la circulación espontánea.

Durante la revisión realizada podemos también concluir que la enfermedad pulmonar crónica (CLD, por sus siglas en inglés) en neonatos prematuros es una afección con grados variables de gravedad y una participación heterogénea en áreas pulmonares. Debido al patrón no homogéneo del pulmón en la ecografía en la CLD, utilizamos el puntaje de ecografía pulmonar (LUSsc), descrito en adultos por Santos y *cols.*,⁴³ y modificado en neonatos por Brat y *cols.*, para evaluar las zonas parenquimatosas del pulmón con esperadas diferencias en la gravedad de los cambios crónicos.⁴⁴ En el estudio actual, de Abdelmawla y *cols.*, el LUSsc pudo predecir la CLD cuando se realizó la ecografía entre las 2 y 8 semanas después del nacimiento; esto resalta el valor de la ecografía pulmonar como una nueva modalidad de evaluación en lactantes con CLD en evolución. También se ha demostrado que el LUSsc aumenta con niveles crecientes de soporte respiratorio con una utilidad ya sea de manera independiente o en paralelo a la radiografía de tórax.⁹

CONCLUSIÓN

La reanimación cardiopulmonar (RCP) en neonatos representa un desafío crítico en la atención neonatal, donde la intervención rápida y precisa es esencial para mejorar los resultados de salud. A lo largo de esta revisión sistemática, se ha explorado la importancia del uso de la ecografía point-of-care (POCUS) como una herramienta valiosa en el contexto de la RCP neonatal. Los hallazgos y análisis derivados de los estudios incluidos arrojan luz sobre varios aspectos cruciales:

1. **Mejora de la Evaluación y Diagnóstico Rápido:** La aplicación de POCUS durante la RCP neonatal facilita una evaluación rápida y precisa de la función cardíaca y pulmonar. Esto permite una identificación temprana de patologías subyacentes, como anomalías cardíacas congénitas, neumotórax y derrame pleural, que podrían pasar desapercibidas con métodos tradicionales de evaluación clínica.
2. **Guía para Intervenciones Terapéuticas:** La visualización en tiempo real proporcionada por la ecografía POCUS permite una orientación precisa para la colocación de dispositivos de acceso vascular y tubos endotraqueales durante la RCP. Esto reduce el tiempo de intervención y aumenta la efectividad de las maniobras de reanimación, evitando así la demora en la atención y minimizando el riesgo de complicaciones.
3. **Optimización del Flujo de Trabajo y Toma de Decisiones:** La integración de la ecografía POCUS en el algoritmo de reanimación neonatal agiliza el proceso de toma de decisiones al proporcionar información anatómica y funcional en tiempo real. Esto permite a los profesionales de la salud adaptar rápidamente su enfoque terapéutico según las necesidades específicas del neonato, optimizando así el flujo de trabajo y mejorando los resultados de la RCP.
4. **Reducción de Complicaciones y Mejora de los Resultados:** Los estudios analizados sugieren que el uso de POCUS durante la RCP neonatal está asociado con una disminución en las complicaciones iatrogénicas y una mejora en los resultados a corto y largo plazo.

Esto incluye una reducción en el tiempo de reanimación, una mayor tasa de éxito en la intubación endotraqueal y una mejora en la supervivencia neonatal, así como una disminución en la morbilidad neurodevelopmental.

En conjunto, los hallazgos de esta revisión sistemática resaltan la importancia y el impacto positivo del uso de la ecografía point-of-care en la reanimación cardiopulmonar neonatal. La capacidad de POCUS para mejorar la evaluación diagnóstica, guiar las intervenciones terapéuticas, optimizar el flujo de trabajo y reducir las complicaciones durante la RCP lo convierte en una herramienta invaluable en la práctica clínica neonatal de emergencia. Sin embargo, se reconoce la necesidad de investigaciones adicionales para validar y ampliar estos hallazgos, así como para abordar posibles limitaciones, como la variabilidad en la formación y experiencia del operador de POCUS. En última instancia, se espera que esta revisión proporcione una base sólida para la integración y promoción continua del uso de la ecografía POCUS como una herramienta fundamental en la práctica clínica de la reanimación neonatal, con el objetivo final de mejorar los resultados de salud y la calidad de vida de los recién nacidos en situaciones de emergencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. "Gillman LM, Kirkpatrick AW. Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21st century. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014 Mar 9;20:18. doi: 10.1186/1757-7241-20-18."
2. "Nguyen J, Amirnovin R, Ramanathan R, Noori S. The state of point-of-care ultrasonography use and training in neonatal-perinatal medicine and pediatric critical care medicine fellowship programs. *J Perinatol*. 2016 Nov;36(11):972-976. doi: 10.1038/jp.2016.126. Epub 2016 Aug 11."
3. Dietrich CF, Goudie A, Chiorean L, Cui XW, Gilja OH, Dong Y, Abramowicz JS, Vinayak S, Westerway SC, Nolsøe CP, Chou YH, Blaivas M. Point of Care Ultrasound: A WFUMB Position Paper. *Ultrasound Med Biol*. 2017 Jan;43(1):49-58. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.06.021. Epub 2016 Jul 26.
4. Nazarian LN. Sound judgment. *J Ultrasound Med*. 2013 Feb;31(2):187. doi: 10.7863/jum.2012.31.2.187.
5. Kurepa D, Zaghloul N, Watkins L, Liu J. Neonatal lung ultrasound exam guidelines. *J Perinatol*. 2018 Jan;38(1):11-22. doi: 10.1038/jp.2017.140. Epub 2017 Nov 16.
6. "Raimondi F, Yousef N, Migliaro F, Capasso L, De Luca D. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications. *Pediatr Res*. 2021 Sep;90(3):524-531. doi: 10.1038/s41390-018-0114-9. Epub 2018 Jul 20."
7. "Stewart DL, Elsayed Y, Fraga MV, Coley BD, Annam A, Milla SS; COMMITTEE ON FETUS AND NEWBORN AND SECTION ON RADIOLOGY; Section on Radiology Executive Committee, 2021–2022. Use of Point-of-Care Ultrasonography in the NICU for Diagnostic and Procedural Purposes. *Pediatrics*. 2022 Dec 1;150(6):e2022060053. doi: 10.1542/peds.2022-060053."
8. "Giesinger RE, Elsayed YN, Castaldo MP, McNamara PJ. Targeted Neonatal Echocardiography-Guided Therapy in Vein of Galen Aneurysmal Malformation: A Report of Two Cases with a Review of Physiology and Approach to Management. *AJP Rep*. 2019 Apr;9(2):e172-e176. doi: 10.1055/s-0039-1688765. Epub 2019 May 29."

9. "Abdelmawla M, Louis D, Narvey M, Elsayed Y. A Lung Ultrasound Severity Score Predicts Chronic Lung Disease in Preterm Infants. *Am J Perinatol*. 2019 Nov;36(13):1357-1361. doi: 10.1055/s-0038-1676975. Epub 2019 Jan 4."
10. Selim A, El Wahab AA, Salem H, Yahmadi MA, Al Aisary S, Malviya M, ALhabsi A, Elsayed Y. Perioperative management of arteriovenous malformation guided by integrated evaluation of hemodynamics. *Eur J Pediatr*. 2021 Jan;180(1):195-200. doi: 10.1007/s00431-020-03735-z. Epub 2020 Jul 12.
11. "Burdjalov V, Srinivasan P, Baumgart S, Spitzer AR. Handheld, portable ultrasound in the neonatal intensive care nursery: a new, inexpensive tool for the rapid diagnosis of common neonatal problems. *J Perinatol*. 2002 Sep;22(6):478-83. doi: 10.1038/sj.jp.7210782."
12. "Miller LE, Stoller JZ, Fraga MV. Point-of-care ultrasound in the neonatal ICU. *Curr Opin Pediatr*. 2020 Apr;32(2):216-227. doi: 10.1097/MOP.0000000000000863."
13. "Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, Cortes RG, Lopez J, Sanchez-de-Toledo J, Brierley J, Colunga JM, Raffaj D, Da Cruz E, Durand P, Kenderessy P, *et al*. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 2020 Feb 24;24(1):65. doi: 10.1186/s13054-020-2787-9."
14. "Niles DE, Cines C, Insley E, Foglia EE, Elci OU, Skåre C, Olasveengen T, Ades A, Posencheg M, Nadkarni VM, Kramer-Johansen J. Incidence and characteristics of positive pressure ventilation delivered to newborns in a US tertiary academic hospital. *Resuscitation*. 2017 Jun;115:102-109. doi: 10.1016/j.resuscitation.2017.03.035. Epub 2017 Apr 12."
15. "Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. *Pediatrics*. 2006 Sep;118(3):1028-34. doi: 10.1542/peds.2006-0416."
16. "Kochanek KD, Murphy SL, Xu JQ, Arias E; Division of Vital Statistics. National Vital Statistics Reports: Deaths: Final Data for 2017 Hyattsville, MD: National

Center for Health Statistics; 2019(68). Disponible en: https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr68/nvsr68_09-508.pdf.”

17. “Aziz K, Lee HC, Escobedo MB, Hoover AV, Kamath-Rayne BD, Kapadia VS, Magid DJ, Niermeyer S, Schmölzer GM, Szyld E, Weiner GM, Wyckoff MH, Yamada NK, Zaichkin J. Part 5: Neonatal Resuscitation: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S524-S550. doi: 10.1161/CIR.0000000000000902. Epub 2020 Oct 21.”
18. “Søreide E, Morrison L, Hillman K, Monsieurs K, Sunde K, Zideman D, Eisenberg M, Sterz F, Nadkarni VM, Soar J, Nolan JP; Utstein Formula for Survival Collaborators. The formula for survival in resuscitation. *Resuscitation*. 2013 Nov;84(11):1487-93. doi: 10.1016/j.resuscitation.2013.07.020. Epub 2013 Aug 3.”
19. “Escobedo MB, Aziz K, Kapadia VS, Lee HC, Niermeyer S, Schmölzer GM, Szyld E, Weiner GM, Wyckoff MH, Yamada NK, Zaichkin JG. 2019 American Heart Association Focused Update on Neonatal Resuscitation: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics*. 2020 Jan;145(1):e20191362. doi: 10.1542/peds.2019-1362. Epub 2019 Nov 14.”
20. “Lakshminrusimha S, Kandura GG, Steinhorn RH. Considerations in the management of hypoxemic respiratory failure and persistent pulmonary hypertension in term and late preterm neonates. *J Perinatol*. 2016;36(Suppl 2):S12–S19.”
21. “Amer R, Kalash R, Seshia MM, Elsayed YN. The Impact of Integrated Evaluation of Hemodynamics on Management of Preterm Infants with Late-Onset Compromised Systemic Circulation. *Am J Perinatol*. 2017 Aug;34(10):1011-1019. doi: 10.1055/s-0037-1601439. Epub 2017 Apr 6.”
22. “Andersen CC, Stark MJ. Haemoglobin transfusion threshold in very preterm newborns: a theoretical framework derived from prevailing oxygen physiology. *Med Hypotheses*. 2014 Jan;78(1):71-4. doi: 10.1016/j.mehy.2011.09.044. Epub 2011 Oct 19.”

23. "Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015 Jun;147(6):1659-1670. doi: 10.1378/chest.14-1313."
24. "Elsayed YN, Hinton M, Graham R, Dakshinamurti S. Lung ultrasound predicts histological lung injury in a neonatal model of acute respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol*. 2020 Nov;55(11):2913-2923. doi: 10.1002/ppul.24993. Epub 2020 Aug 10."
25. "Mayron R, Gaudio FE, Plummer D, Asinger R, Elsperger J. Echocardiography performed by emergency physicians: impact on diagnosis and therapy. *Ann Emerg Med*. 1988 Feb;17(2):150-4. doi: 10.1016/s0196-0644(88)80301-9."
26. "Mertens L, Seri I, Marek J, Arlettaz R, Barker P, McNamara P, Moon-Grady AJ, Coon PD, Noori S, Simpson J, Lai WW; Writing Group of the American Society of Echocardiography; European Association of Echocardiography; Association for European Pediatric Cardiologists. Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: practice guidelines and recommendations for training. Writing Group of the American Society of Echocardiography (ASE) in collaboration with the European Association of Echocardiography (EAE) and the Association for European Pediatric Cardiologists (AEPC). *J Am Soc Echocardiogr*. 2014 Oct;24(10):1057-78. doi: 10.1016/j.echo.2011.07.014."
27. "Singh Y, Katheria AC, Vora F. Advances in Diagnosis and Management of Hemodynamic Instability in Neonatal Shock. *Front Pediatr*. 2018 Jan 19;6:2. doi: 10.3389/fped.2018.00002."
28. "Elsayed YN, Louis D, Ali YH, Amer R, Seshia MM, McNamara PJ. Integrated evaluation of hemodynamics: a novel approach for the assessment and management of preterm infants with compromised systemic circulation. *J Perinatol*. 2018 Oct;38(10):1337-1343. doi: 10.1038/s41372-018-0188-6. Epub 2018 Aug 2."
29. "Cuna AC, Lee JC, Robinson AL, Allen NH, Foley JE, Chan SS. Bowel Ultrasound for the Diagnosis of Necrotizing Enterocolitis: A Meta-analysis. *Ultrasound Q*. 2018 Sep;34(3):113-118. doi: 10.1097/RUQ.0000000000000342."

30. "Alexander KM, Chan SS, Opfer E, Cuna A, Fraser JD, Sharif S, Khashu M. Implementation of bowel ultrasound practice for the diagnosis and management of necrotising enterocolitis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2021 Jan;106(1):96-103. doi: 10.1136/archdischild-2019-318382. Epub 2020 May 12."
31. "Papile LA, Burstein J, Burstein R, Koffler H. Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: a study of infants with birth weights less than 1,500 gm. *J Pediatr.* 1978 Apr;92(4):529-34. doi: 10.1016/s0022-3476(78)80282-0."
32. "Conlon TW, Nishisaki A, Singh Y, Bhombal S, De Luca D, Kessler DO, Su ER, Chen AE, Fraga MV. Moving Beyond the Stethoscope: Diagnostic Point-of-Care Ultrasound in Pediatric Practice. *Pediatrics.* 2019 Oct;144(4):e20191402. doi: 10.1542/peds.2019-1402."
33. "Elsayed YN, Amer R, Seshia MM. The impact of integrated evaluation of hemodynamics using targeted neonatal echocardiography with indices of tissue oxygenation: a new approach. *J Perinatol.* 2017 May;37(5):527-535. doi: 10.1038/jp.2016.257."
34. "Oh W, Fanaroff AA, Carlo WA, Donovan EF, McDonald SA, Poole WK; Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. Effects of delayed cord clamping in very-low-birth-weight infants. *J Perinatol.* 2011 Apr;31 Suppl 1(Suppl 1):S68-71. doi: 10.1038/jp.2010.186."
35. "Bennett SC, Finer N, Halamek LP, Mickas N, Bennett MV, Nisbet CC, Sharek PJ. Implementing Delivery Room Checklists and Communication Standards in a Multi-Neonatal ICU Quality Improvement Collaborative. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2016 Aug;42(8):369-76. doi: 10.1016/s1553-7250(16)42052-0."
36. "Berg KM, Cheng A, Panchal AR, Topjian AA, Aziz K, Bhanji F, Bigham BL, Hirsch KG, Hoover AV, Kurz MC, et al; on behalf of the Adult Basic and Advanced Life Support, Pediatric Basic and Advanced Life Support, Neonatal Life Support, and Resuscitation Education Science Writing Groups. Part 7: systems of care: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care.

Circulation. 2020;142(suppl 2):S580–S604. doi: 10.1161/CIR.0000000000000899”

37. “Agrawal G, Kumar A, Wazir S, Kumar NC, Shah P, Nigade A, Nagar N, Kumar S, Kumar K. A comparative evaluation of portable Doppler ultrasound versus electrocardiogram in heart-rate accuracy and acquisition time immediately after delivery: a multicenter observational study. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021 Jul;34(13):2053-2060. doi: 10.1080/14767058.2019.1656193. Epub 2019 Aug 27.”
38. “Badurdeen S, Kamlin COF, Rogerson SR, Kane SC, Polglase GR, Hooper SB, Davis PG, Blank DA. Lung ultrasound during newborn resuscitation predicts the need for surfactant therapy in very- and extremely preterm infants. *Resuscitation.* 2021 May;162:227-235. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.01.025. Epub 2021 Feb 3.”
39. “Dyson A, Jeffrey M, Kluckow M. Measurement of neonatal heart rate using handheld Doppler ultrasound. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2017 Mar;102(2):F116-F119. doi: 10.1136/archdischild-2016-310669. Epub 2016 Jun 10.”
40. “Katheria AC, Brown MK, Faksh A, Hassen KO, Rich W, Lazarus D, Steen J, Daneshmand SS, Finer NN. Delayed Cord Clamping in Newborns Born at Term at Risk for Resuscitation: A Feasibility Randomized Clinical Trial. *J Pediatr.* 2017 Aug;187:313-317.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2017.04.033. Epub 2017 May 16.”
41. “Kayama K, Hosono S, Yoshikawa K, Kato R, Seimiya A, Fuwa K, Hijikata M, Aoki R, Okahashi A, Nagano N, Morioka I. Heart-rate evaluation using fetal ultrasonic Doppler during neonatal resuscitation. *Pediatr Int.* 2020 Aug;62(8):926-931. doi: 10.1111/ped.14231. Epub 2020 Jul 3.”
42. “Shimabukuro R, Takase K, Ohde S, Kusakawa I. Handheld fetal Doppler device for assessing heart rate in neonatal resuscitation. *Pediatr Int.* 2017 Oct;59(10):1069-1073. doi: 10.1111/ped.13374. Epub 2017 Oct 5.”
43. “Santos TM, Franci D, Coutinho CM, Ribeiro DL, Schweller M, Matos-Souza JR, Carvalho-Filho MA. A simplified ultrasound-based edema score to assess lung

injury and clinical severity in septic patients. *Am J Emerg Med.* 2013 Dec;31(12):1656-60. doi: 10.1016/j.ajem.2013.08.053. Epub 2013 Oct 9.”

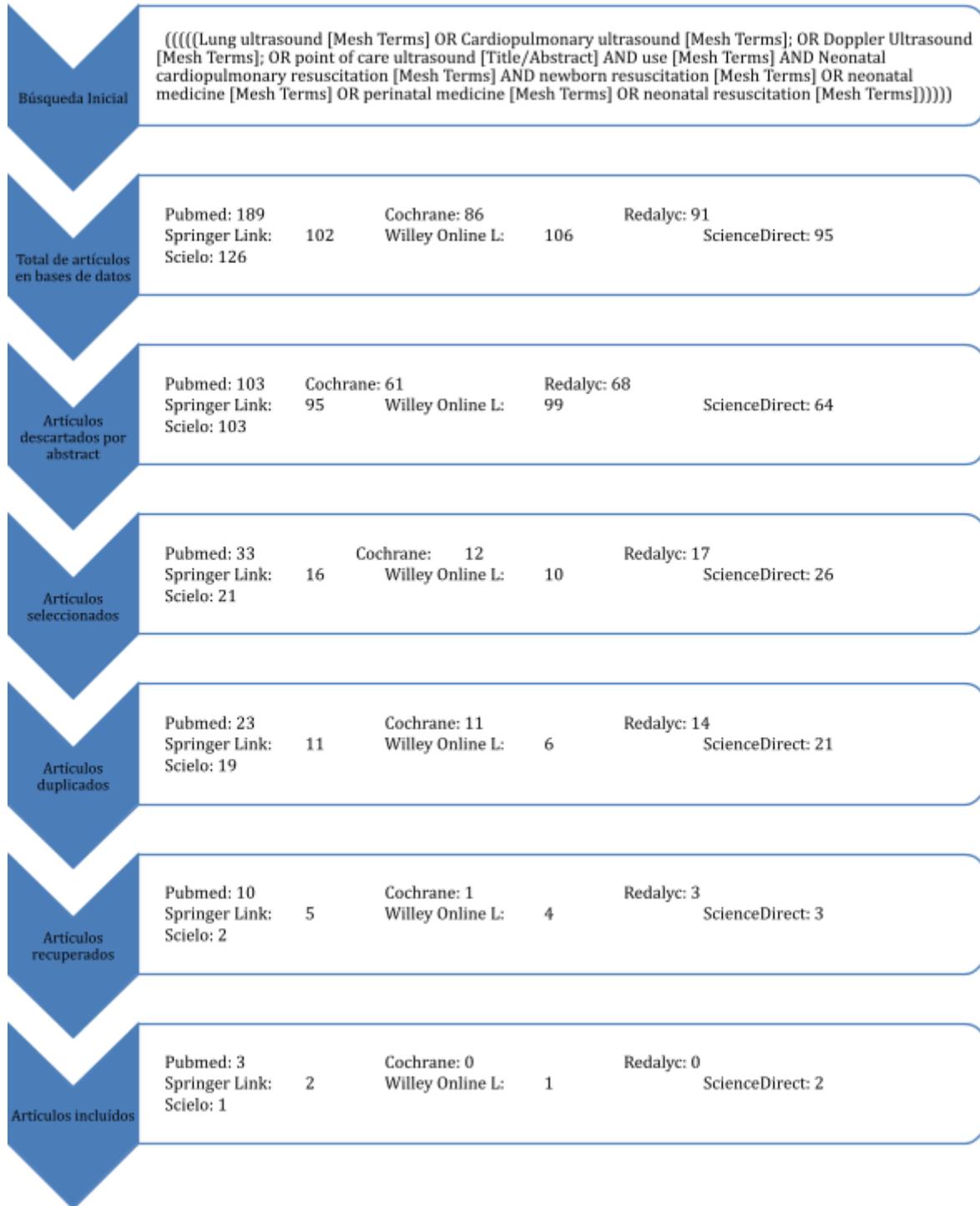
- 44.** Brat R, Yousef N, Klifa R, Reynaud S, Shankar Aguilera S, De Luca D. Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates Treated With Continuous Positive Airway Pressure. *JAMA Pediatr.* 2015 Aug;169(8):e151797. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.1797. Epub 2015 Aug 3.

LIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1. Disponibilidad de estudios primarios: Es posible que haya una cantidad limitada de estudios primarios que aborden específicamente el uso del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal, lo que podría afectar la exhaustividad de la revisión sistemática.
2. Calidad y heterogeneidad de los estudios: Los estudios primarios pueden variar en cuanto a su calidad metodológica y diseño, lo que podría dificultar la comparación y síntesis de los resultados. Además, la heterogeneidad entre los estudios puede limitar la generalización de los hallazgos.
3. Posible sesgo de publicación: Existe la posibilidad de que los estudios con resultados positivos tengan más probabilidades de ser publicados que aquellos con resultados negativos o neutros, lo que podría sesgar los resultados de la revisión sistemática.
4. Falta de estandarización en la aplicación del ultrasonido: La falta de estandarización en la aplicación del ultrasonido en la reanimación cardiopulmonar neonatal entre los estudios primarios podría dificultar la interpretación de los resultados y la extracción de conclusiones claras.
5. Limitaciones en la calidad de la evidencia: A pesar de realizar una revisión sistemática, es posible que la calidad de la evidencia obtenida de los estudios primarios sea baja o moderada.

ANEXOS

Anexo 1: Búsqueda de la información



Fuente: Recurso propio

Anexo 2: Nivel de calidad del sistema GRADE

Niveles de calidad	Definición actual
Alto	Alta confianza en la coincidencia entre el efecto real y el estimado
Moderado	Moderada confianza en la estimación del efecto. Hay posibilidad de que el efecto real esté alejado del efecto estimado
Bajo	Confianza limitada en la estimación del efecto. El efecto real puede estar lejos del estimado
Muy bajo	Poca confianza en el efecto estimado. El efecto verdadero muy probablemente sea diferente del estimado

Tipo de estudio	Nivel de calidad a priori	Desciende si	Sube si	Nivel de calidad a posteriori
Estudios aleatorizados	Alta	<i>Riesgo de sesgo</i>	<i>Efecto</i>	Alta
		-1 importante -2 muy importante	+1 grande +2 muy grande	Moderada
Estudios observacionales	Baja	<i>Inconsistencia</i>	<i>Dosis-respuesta</i>	
		-1 importante -2 muy importante	+1 gradiente evidente	
		<i>No evidencia directa</i>	<i>Todos los factores de confusión:</i>	Baja
		-1 importante -2 muy importante	+1 reducirían el efecto observado +1 sugerirían un efecto espurio si no hay efecto observado	Muy baja
		<i>Imprecisión</i>		
		-1 importante -2 muy importante		
		<i>Sesgo de publicación</i>		
		-1 probable -2 muy probable		

Anexo 2. Adaptado de Aguayo JL, Flores B, Soria V. Sistema GRADE: clasificación de la calidad de la evidencia y graduación de la fuerza de la recomendación. *Cirugía Española* 2014; 92(2): 82-88

Anexo 3: Declaración PRISMA

Lista de comprobación de los ítems para incluir en la publicación de una revisión sistemática (con o sin metaanálisis). La declaración PRISMA

Sección/tema	Número	Ítem
Título Título	1	Identificar la publicación como revisión sistemática, metaanálisis o ambos
Resumen Resumen estructurado	2	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática
Introducción Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema
Objetivos	4	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS)*
Métodos Protocolo y registro	5	Indicar si existe un protocolo de revisión al que se pueda acceder (por ej., dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro
Criterios de elegibilidad	6	Especificar las características de los estudios (por ej., PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ej., años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación
Fuentes de información	7	Describir todas las fuentes de información (por ej., bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada
Búsqueda	8	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados, de tal forma que pueda ser reproducible
Selección de los estudios	9	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ej., el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis)
Proceso de extracción de datos	10	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ej., formularios piloto, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores
Lista de datos	11	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ej., PICOS, fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho
Riesgo de sesgo en los estudios individuales	12	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos
Medidas de resumen	13	Especificar las principales medidas de resumen (por ej., razón de riesgos o diferencia de medias)
Síntesis de resultados	14	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, cuando esto es posible, incluyendo medidas de consistencia (por ej., ítem 2) para cada metaanálisis
Riesgo de sesgo entre los estudios	15	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ej., sesgo de publicación o comunicación selectiva)
Análisis adicionales	16	Describir los métodos adicionales de análisis (por ej., análisis de sensibilidad o de subgrupos, metarregresión), en el caso de que se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados
Resultados Selección de estudios	17	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo
Características de los estudios	18	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ej., tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas

Anexo 3 Adaptado de Ferreira I, Urrutia G, Alonso P. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista Española de Cardiología* 2011; 64(8): 688-696

Anexo 4: Imágenes de ultrasonido.

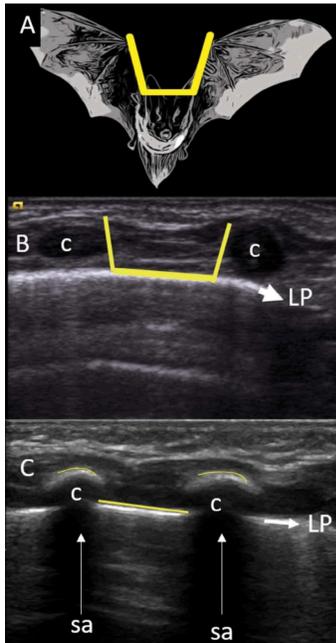


Imagen 1: “Signo del Murciélago” (amarillo) en el que las alas representarían el borde de las costillas y el cuerpo la línea pleural. B Corte anterior del tórax neonatal donde se observa la continuidad de la línea pleural (LP), sin sombra acústica y superpuesto el “signo del murciélago”. C Corte posterior donde si se forma sombra acústica (sa) y se identifica con mayor claridad el “Signo del Murciélago”. Adaptado de: Lichtenstein DA, Mauriat P. Lung Ultrasound in the Critically Ill Neonate. *Curr Pediatr Rev.* 2012;8(3):217-223. doi:10.2174/157339612802139389. PAC® Neonatología 5

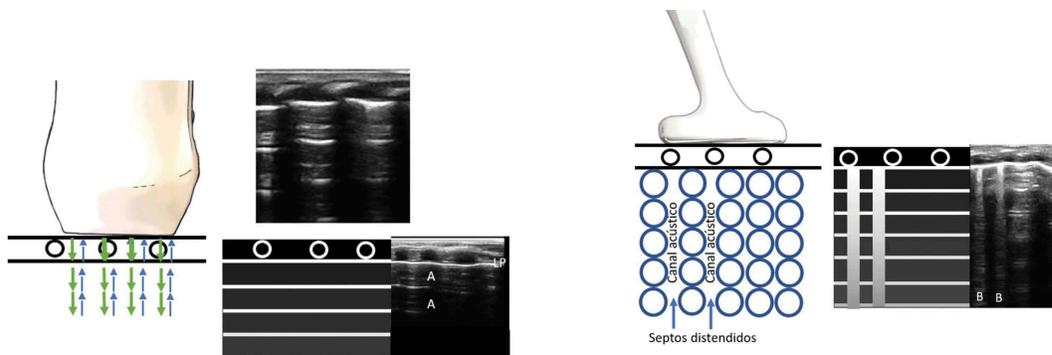


Imagen 2: Líneas A: Artefactos de reverberación que generan en la pantalla líneas horizontales equidistantes representando múltiplos de la distancia entre la línea pleural y el transductor. LP: línea pleural. La imagen en 2D (arriba a la izquierda) lo han denominado “Signo del Bambú”. Adaptado de: Soldati G, Demi M, Smargiassi A, Inchingolo R, Demi L.

The role of ultrasound lung artifacts in the diagnosis of respiratory diseases. Expert Rev Respir Med. 2019;13(2):163-172. doi: 10.1080/17476348.2019.1565997. Líneas B: Artefactos de reverberación por el efecto anular descendente que genera imágenes hiperecoicas verticales semejando un láser que parten de la línea pleural, se extienden al fondo de la pantalla sin desaparecer y se mueven en conjunto con el deslizamiento pleural. Adaptado de: Soldati G, Demi M, Smargiassi A, Inchingolo R, Demi L. The role of ultrasound lung artifacts in the diagnosis of respiratory diseases. Expert Rev Respir Med. 2019;13(2):163-172. doi: 10.1080/17476348.2019.1565997. Archivo clínico HIMFG. Ibarra, 2020. PAC® Neonatología 5

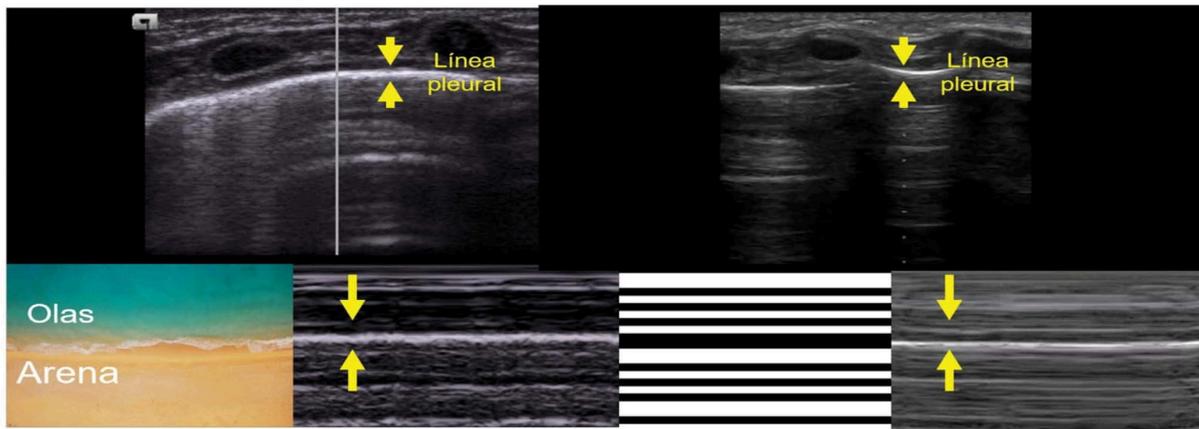


Imagen 3: Se muestra el "signo de la playa" en un pulmón normal contrastándolo con el signo del "código de barras" en el neumotórax. Archivo clínico HIMFG. Ibarra, 2019. PAC® Neonatología 5.

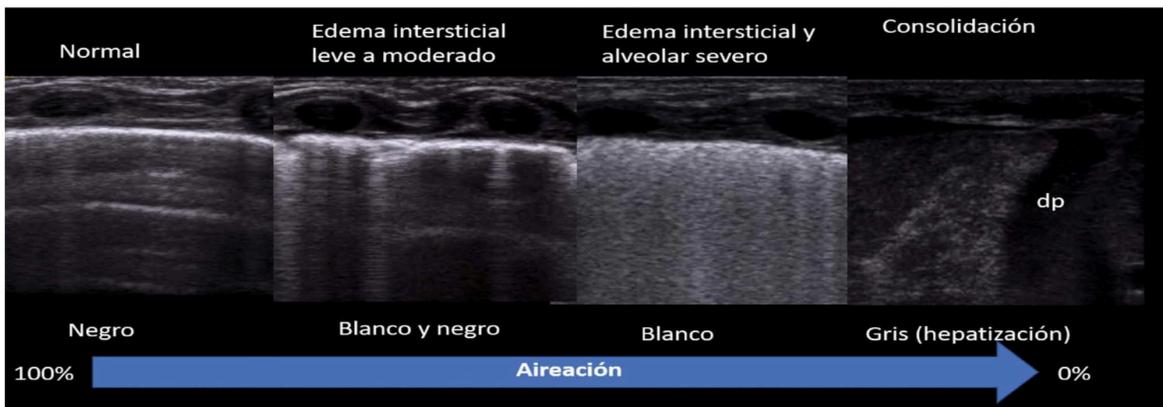


Imagen 4:

Transición durante las primeras respiraciones. Mayor puntaje implica mayor aireación. Modificado de: Blank DA, Rogerson SR, Kamlin COF, et al. Lung ultrasound during the initiation of breathing in healthy term and late preterm infants immediately after birth, a prospective, observational study. Resuscitation. 2017;114:59-65. doi:10.1016/j.resuscitation.2017.02.017. PAC® Neonatología 5.

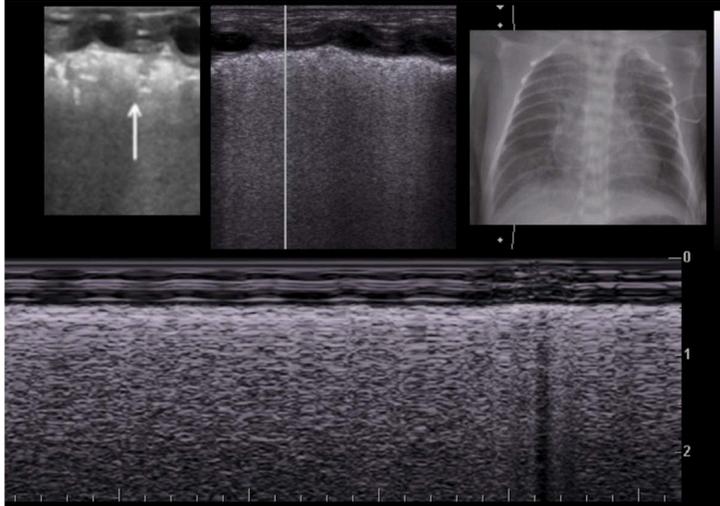


Imagen 5: Imagen clásica de SDR con signos bilaterales de anomalías de la línea pleural (engrosada e irregular), pulmón blanco, ausencia de áreas ventiladas en todas las regiones del pulmón y consolidaciones con broncograma aéreo (broncograma de colapso). La flecha señala el broncograma de colapso que son pequeños puntos ecogénicos representando secciones transversales de bronquios pequeños rodeados por líquido o alvéolos colapsados. Archivo clínico HIMFG. Ibarra, 2017. PAC® Neonatología 5.

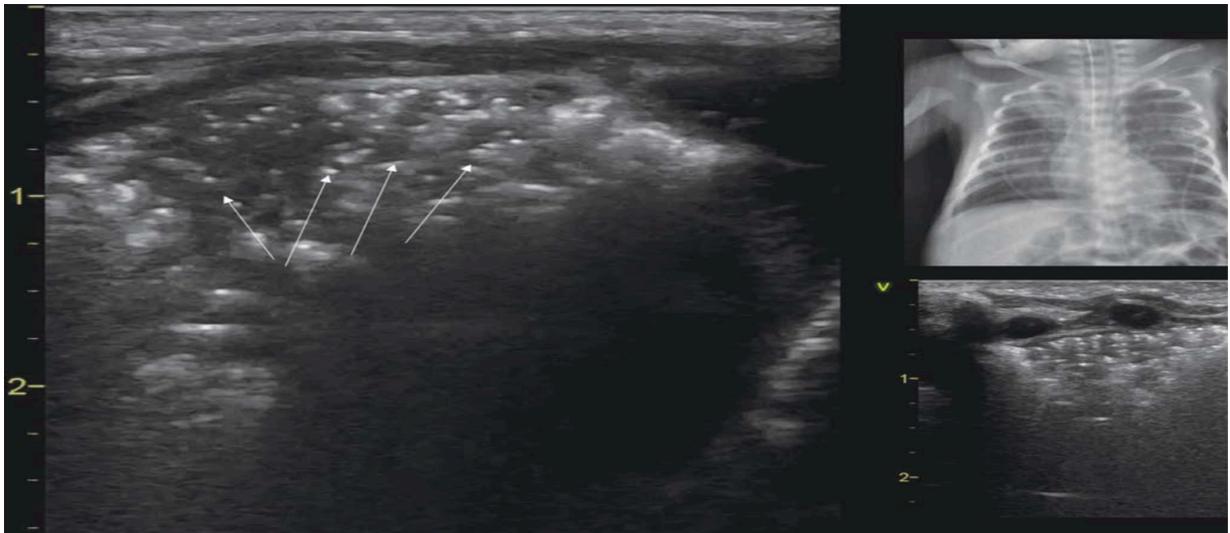


Imagen 6: Neumonía bacteriana. Prematuro de 28 SDEG que ingresa a las 48 horas a UCIN de Tercer Nivel de Atención. En su Hospital de origen iniciaron con 2400 leucocitos cobertura para sepsis temprana; a las 48 horas presenta fiebre aumento de los parámetros ventilatorios, incrementan los leucocitos a 6400 con índice bandas neutrófilos de 0.34 y PCR negativa. El UP mostró disrupción de la línea pleural con consolidación, broncograma dinámico (flechas) y pulso de pulmón. Se aisló E. coli

productora de beta lactamasas de espectro extendido. Archivo clínico HIMFG. Ibarra, 2020. PAC® Neonatología 5.

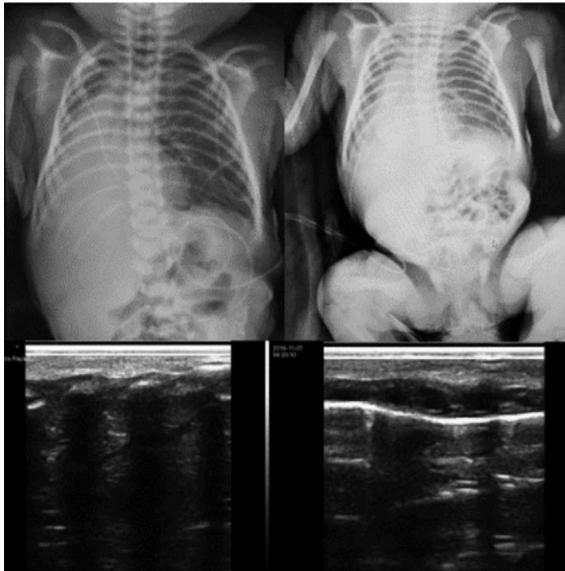


Imagen 6: Atelectasia antes y después de resolverse. Posquirurgico de atresia esofágica tras la extubación. Con instilación de alfa dornasa y aspiración selectiva se dio tratamiento guiado por UP sin necesidad de intubación. Se documenta la mejoría en el UP (retorno de los artefactos) al resolverse. Archivo clínico Dr. Ibarra, 2019. PAC® Neonatología 5.

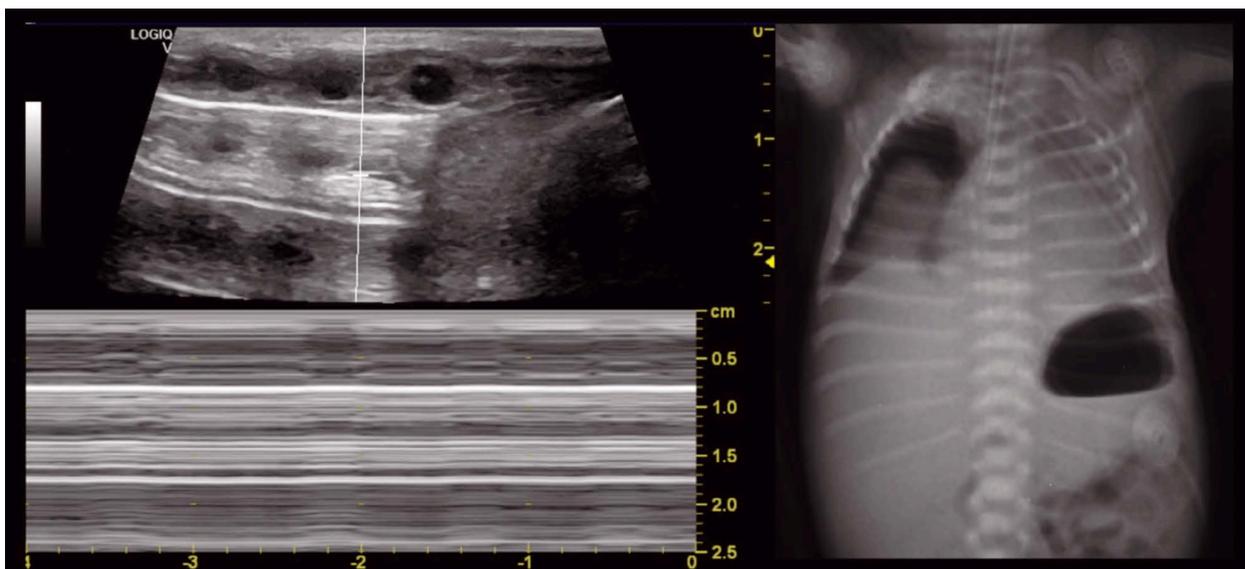


Imagen 7: Neumotórax a tensión con ausencia de deslizamiento pleural, Líneas A ninguna línea B. En este caso no hay punto pulmonar. Modo M muestra signo del código de barras. Archivo clínico Dr. Ibarra, 2018. PAC® Neonatología 5.

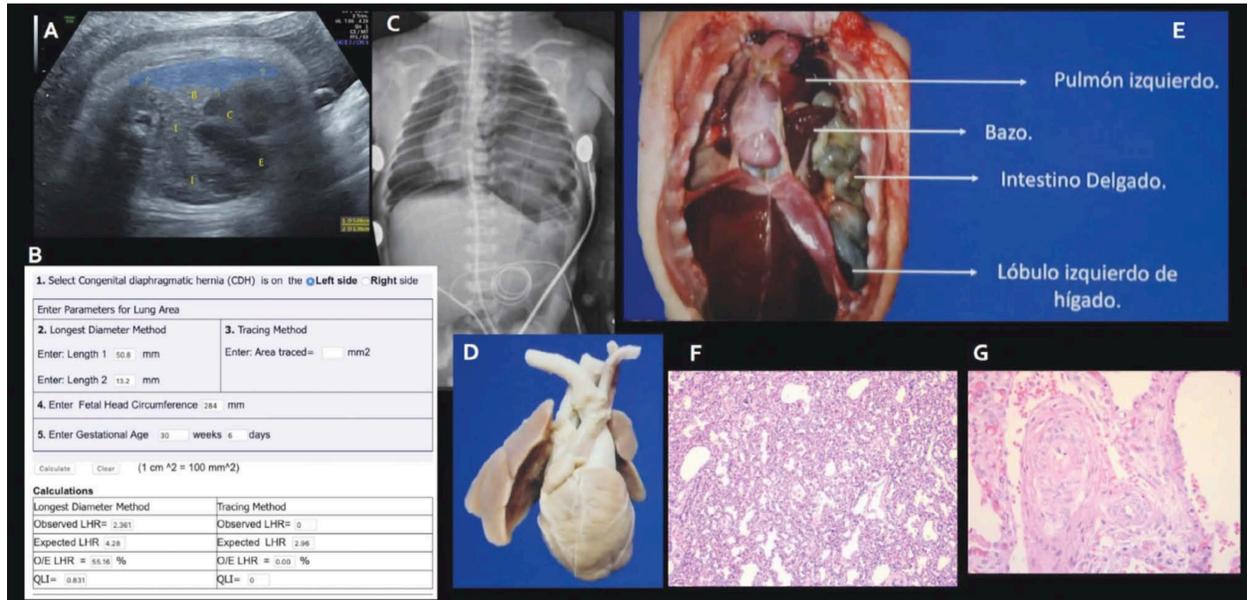


Imagen 8: HDC severa. A. Ultrasonido fetal en azul marcada la circunferencia del pulmón sano. B. Calculadora que estima el pulmón observado y esperado de acuerdo al LHR a las 31 SDEG. C. Radiografía postnatal con hernia diafrágica severa con desplazamiento a la derecha del corazón. D. Crecimiento de cavidades derechas. E. Espécimen de patología demostrando intestino, bazo y lóbulo izquierdo del hígado. F. Atelectasias, congestión, membranas hialinas y hemorragia pulmonar. G. Hiperplasia concéntrica arteriolar. Imágenes de Patología cortesía del Dr. Guillermo Ramón García, Patología, HIMFG. PAC® Neonatología 5.

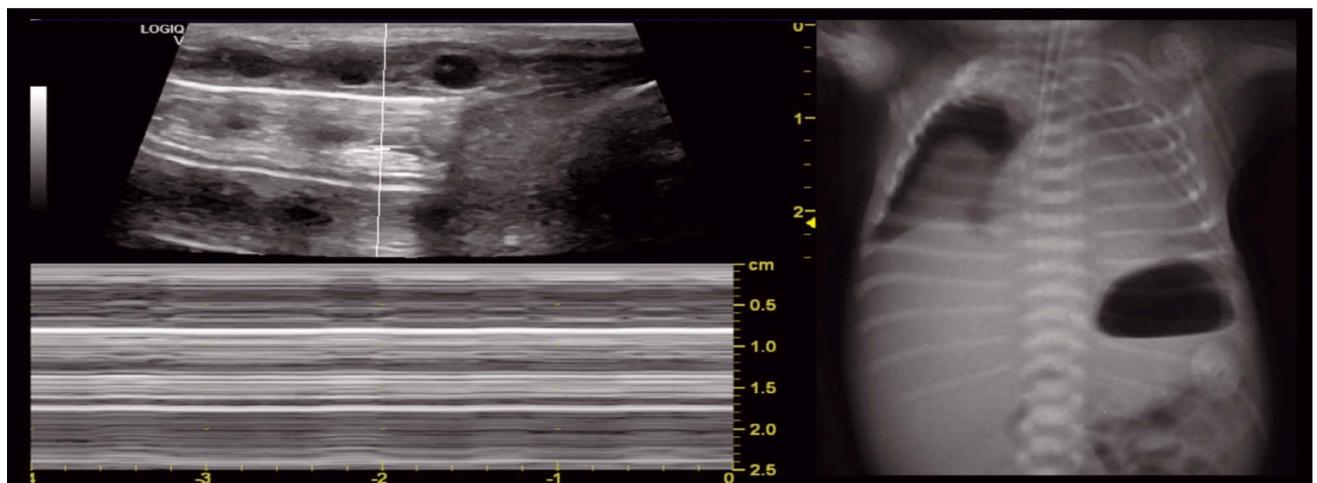


Imagen 9: Neumotórax a tensión con ausencia de deslizamiento pleural, Líneas A ninguna línea B. En este caso no hay punto pulmonar. Modo M muestra signo del código de barras. Archivo clínico Dr. Ibarra, 2018. PAC® Neonatología 5.