



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

APLICACIONES FUNCIONALES DEL  
ULTRASONIDO PULMONAR EN LA  
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS  
EN EL HOSPITAL INFANTIL DE  
MÉXICO FEDERICO GÓMEZ EN  
PERIODO 2018-2023

T É S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN:

NEONATOLOGÍA

P R E S E N T A:

Dra. Myrna Arreola Montes



TUTOR:  
Dr. Daniel Ibarra Rios



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

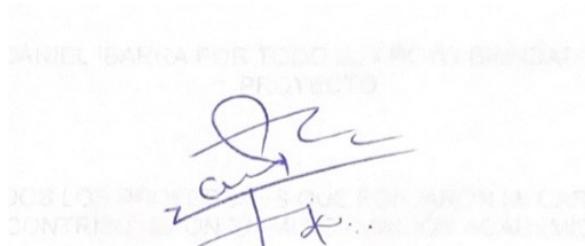
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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.

**HOJA DE FIRMAS**

**DR. SARBELIO MORENO ESPINOSA  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO**

A handwritten signature in blue ink is written over a faint, rectangular stamp. The signature is stylized and appears to read 'D. Ibarra Ríos'. The stamp contains some illegible text, possibly including the name 'DANIEL IBARRA RÍOS' and the title 'DIRECTOR DE TESIS'.

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. DANIEL IBARRA RÍOS  
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE NEONATOLOGÍA**

## **DEDICATORIAS.**

A mi padre Ernesto Arreola Chávez, Gracias por tu apoyo, cariño y enseñanzas. Ojalá siguieras a mi lado. Te echo de menos cada día.

A mi madre, Mirna Montes Montes, la mujer mas admirable y valiente de mi vida, a la cual debo todo lo que soy y mi mayor ejemplo a seguir.

A mi hermano Ernesto, gracias por tu apoyo incondicional, consejos y por siempre hacerme creer que puedo mas.

A mis amores pequeños Indira y Ernesto, desde que llegaron a mi vida todo se llenó de luz y amor incondicional, los amo con el alma.

Mis hermanas de vida Indira, Kiara y Anahi gracias por que a pesar de la distancia, siempre me brindan su apoyo incondicional, les debo mucho por cada ausencia.

Al Dr Daniel Ibarra por aceptar acompañarme en este trabajo, brindarme su apoyo y consejos.

A todos mis maestros del servicio de neonatología que siempre me han guiado, formado y enseñado a ser mejor persona y mas aun a ser un mejor médico

A mis amigos de residencia, gracias por tanto: Adilene, Sigifredo, Paola B, Paola J, está aventura no hubiera sido la misma sin ustedes, Muchas gracias.

## INDICE

ANTECEDENTES .....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
JUSTIFICACIÓN .....	15
HIPOTESIS .....	16
OBJETIVOS .....	16
MÉTODO (DATOS, DISEÑO Y PROCEDIMIENTOS).....	17
PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	18
DESCRIPCION DE VARIABLES .....	19
RESULTADOS .....	22
DISCUSION .....	31
CONCLUSION .....	33
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	35
LIMITACION DEL ESTUDIO.....	35

## Antecedentes

El primer reporte del uso del ultrasonido pulmonar en la medicina de adultos fue en el año 1995, lo cual tomó rápidamente popularidad en la práctica médica pediátrica y neonatal. En los últimos 10 años, el uso de la ecografía funcional neonatal ha tenido un notable incremento en su uso en las unidades de cuidados intensivos neonatales. Su uso en neonatología lo convierte hoy en día en uno de los dispositivos más atractivos en <<point of care ultrasound>> (POCUS) neonatal. La ecografía es una técnica de imagen segura, reproducible y fácil de practicar a pie de la cama del paciente. Es considerado en muchos centros como el quinto pilar de la exploración física. Permite su repetición en múltiples ocasiones con el objetivo de valorar la efectividad de los procedimientos terapéuticos o monitorizar la evolución de distintas patologías. Actualmente existe evidencia de su utilidad en adultos, y también sobre la utilidad de la ecografía clínica para colocación de accesos vasculares, punción lumbar, toracocentesis en pacientes pediátricos y neonatales. Se ha descrito el siguiente trabajo en donde se presentarán los procedimientos guiados derivados tras la instauración de un programa de ultrasonido durante 6 años. Permittiéndonos realizar valoraciones en las cuales podemos hacer el diagnóstico por imagen de patologías respiratorias, necesidad de ventilación mecánica invasiva, requerimiento de surfactante pulmonar y complicaciones de la ventilación mecánica.<sup>1</sup>

Lo cual nos brinda mejores resultados, incluyendo la disminución a la exposición a la radiación.<sup>2, 3</sup> En nuestro país el programa de ecocardiografía funcional neonatal (EfN) inició en marzo del 2017 tras el entrenamiento de uno de los miembros del equipo en ecocardiografía avanzada<sup>4</sup>. El 24 y 25 de abril 2017, como parte de un evento organizado por la Federación Nacional de Neonatología de México se impartió el Curso Taller de Ultrasonido Pulmonar Neonatal por la Dra. Nadya Yousef y el Dr. Daniele De Luca en el Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga". Tras entrenar 8 meses, se integró formalmente el uso del UP como herramienta en la UCIN en el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG) aunado a las valoraciones por EfN.

## MARCO TEÓRICO

### - Definición:

El ultrasonido pulmonar es una herramienta considerada por algunos autores como el quinto pilar de la exploración física al ser una extensión de los sentidos (inspección, palpación, percusión, auscultación e insonación)<sup>5</sup>. De igual manera se sabe actualmente que el uso de esta técnica ayuda a reducir la toma de radiografías simples para realizar valoraciones o confirmar diagnósticos en la unidad de cuidados intensivos neonatales.<sup>6</sup>

### - Epidemiología:

Las complicaciones respiratorias en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) es más común de lo que se cree, ya que en las primeras 24 horas de vida de los pacientes recién nacidos hospitalizados en la UCIN pueden presentar síndrome de dificultad respiratoria (SDR) y complicaciones las cuales requieren distintas intervenciones.<sup>7</sup> La incidencia y gravedad del SDR es inversamente proporcional a la edad de gestación, de acuerdo al reporte del EuroNeoNet de 2010, afecta a 57% de los RNP entre 30 y 31 semanas de edad de gestación (SEG), 76% entre 28 y 29 SEG y 92% entre 24 y 25 SEG. En México en el año 2014 se realizó un estudio para evaluar los costos de la atención del RNP con SDR encontraron que el costo promedio por evento de RNP con SDR fue de \$14,226 dólares americanos, la diferencia en el costo se relaciona con la edad gestacional, peso al nacimiento y presencia de complicaciones durante la hospitalización, debido a esto el costo por gastos médicos directos en la atención de un RNP con SDR presenta fluctuaciones que van del 23 al 142% en el uso de recursos.<sup>6</sup> En México las afecciones en el periodo perinatal y los padecimientos congénitos son causa de muerte particularmente en los primeros 28 días de vida. En el año 2016 los problemas respiratorios y la asfixia ocasionaron casi el 50% de las muertes antes del primer mes de vida y 25% de total de muertes en menores de un año, en este año se contabilizaron en el país 4,996 casos de SDR.<sup>8</sup>

Otras patologías que actualmente podemos diagnosticar con ayuda de las valoraciones con UP es la exclusión diafragmática, la cual tiene una incidencia real es desconocida, aunque se reconoce poco frecuente, se presenta más en el sexo masculino, generalmente unilateral, de predominio derecho si es congénita o idiopática y leve predominio izquierdo si es adquirida, y representa el 5 % de todas las anomalías diafragmáticas.<sup>9</sup>

### - Etiología

Dentro de las diferentes patologías observadas en nuestra unidad con el uso funcional del ultrasonido pulmonar se realizó diagnóstico de enfermedades pulmonares específicas, comprobación de intubación adecuada, complicaciones secundarias a SDR y ventilación mecánica, de las cuales hablaremos a continuación:

*Síndrome de dificultad respiratoria (SDR)*: es la patología más común en los recién nacidos prematuros, siendo de igual manera de las primeras causas de falla respiratoria en la edad neonatal. Lo cual es una manifestación de la inmadurez pulmonar y deficiencia de surfactante pulmonar.<sup>10</sup> El déficit de surfactante disminuye la tensión superficial del alveolo favoreciendo su colapso, lo que origina disminución progresiva de la capacidad funcional residual y disminución de la distensibilidad pulmonar, provocando aumento del esfuerzo respiratorio, mismo que difícilmente podrá mantenerse por la escasa masa muscular del RNP condicionando que la pared torácica se deforme y la función diafragmática se debilite. Además se presentan alteraciones de la ventilación-perfusión que originan hipoxemia y retención CO<sub>2</sub> por hipoventilación alveolar. Todo lo anterior favorece la presencia de acidosis mixta, que aumenta la resistencia vascular pulmonar y la aparición de cortocircuito de derecha a izquierda en el conducto arterioso y el foramen oval, lo que aumenta la hipoxemia y condiciona hipoxia tisular.<sup>11</sup>

*Neumotórax*: se considera una emergencia médica la presencia de neumotórax, ya que tiene una incidencia significativa en las unidades intensivas neonatales y de igual manera con una gran mortalidad y morbilidad. Se puede definir como la acumulación de aire entre las dos capas pleurales, lo cual provoca incremento de la presión intratorácica, provocando como consecuencia alteración en el sistema respiratorio y cardiovascular. La identificación oportuna y el manejo de manera inmediata disminuye complicaciones graves.<sup>12</sup>

*Derrame pleural*: se define como la acumulación de líquido en el espacio pleural, espacio entre pleura parietal y visceral. Ambas pleuras filtran el líquido pleural a través de los vasos linfáticos. Cuando existen cambios en la presión hidrostática venosa pulmonar, la presión linfática, oncótica, trauma o inflamación del tejido pleural como consecuencia se produce derrame pleural. Dentro de la literatura hay reportes en los cuales se evidencian causas de derrame pleural en la edad neonatal secundario a procesos infecciosos como: derrame paraneumónico, empiema, malformaciones linfáticas, complicaciones postquirúrgicas quilotórax, hidrotórax, hemotórax, acumulación líquida o nutrición parenteral por líneas centrales.<sup>13</sup>

*Exclusión diafragmática*: anomalía relativamente rara, definida como la elevación anormal de total o parcial del músculo diafragma, con movilidad paradójica o nula, esta alteración se da durante la vida embrionaria en la cual existe alteración de la migración de los mioblastos hacia la membrana pleuroperitoneal, que formará parte del diafragma, lo cual da como consecuencia parálisis, atrofia o aplasia de las fibras musculares del diafragma. Puede clasificarse como idiopática (congénita o adquirida) y secundaria a tumores, causa traumática o postquirúrgica.<sup>14</sup>

#### - **Diagnóstico:**

El realizar diagnóstico de las diferentes patologías y complicaciones detectadas en nuestro estudio además de ser condiciones que se sospechan por la clínica que presentan los pacientes en nuestro caso fueron diagnosticadas, tratadas e identificadas por el uso del ultrasonido pulmonar.<sup>15</sup>

**-Síndrome de dificultad respiratoria:** Los síntomas y signos clásicos de SDR se identifican por dificultad respiratoria progresiva, que se caracteriza por: taquipnea, aleteo nasal, quejido espiratorio, retracción xifoidea, disociación toracoabdominal y cianosis. El aumento de la demanda de oxígeno durante las primeras 24 a 48 horas es demostrable mediante la medición de gases sanguíneos con hipoxemia con una presión parcial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$ ) < 60 mmHg, hipercapnia y acidosis respiratoria que paulatinamente va progresando hasta acidosis mixta. Estos datos aparecen dentro de las primeras 6 horas después del nacimiento. El ultrasonido pulmonar nos brinda escalas semicuantitativas para el uso de surfactante pulmonar en los pacientes con dificultad respiratoria. El US pulmonar se correlaciona significativamente con los índices de oxigenación, predicción de necesidad de surfactante en recién nacidos pretermino. De igual manera existen diferentes autores que sugieren el uso del ultrasonido pulmonar como herramienta cualitativa para determinar la necesidad de intubación en los pacientes con SDR. Las primeras descripciones del UP en SDR lo referían como un engrosamiento e irregularidad de la línea pleural con consolidaciones subpleurales y Líneas B confluentes que borran las Líneas A y generan un “**pulmón blanco**” bilateral. En general involucra ambos pulmones sin áreas respetadas. El Dr. Luigi Cattarossi describió en 2010 que la administración de surfactante no modifica los hallazgos a corto plazo. Los hallazgos que generalmente se presentan en los UP de los pacientes con SDR pérdida de la aireación bilateral de manera difusa, broncograma aéreo, atelectasias, infiltrado difuso alveolo intersticial.<sup>16</sup>

Los criterios diagnósticos para SDR en el ultrasonido pulmonar son los siguientes:

Signos bilaterales de:

1. **Anormalidades de la línea pleural** (engrosada e irregular)
2. **Pulmón blanco** (desaparición de líneas A)
3. Ausencia de áreas ventiladas en todas las regiones del pulmón
4. Consolidaciones con broncograma aéreo (**broncograma de colapso**)

En algunos pacientes (15-20 %) se han descrito diferentes grados de derrame pleural, uni o bilateral y deslizamiento pulmonar disminuido.

### ***Ultrasonido pulmonar para predecir la necesidad de surfactante:***

El UP puede ayudarnos de igual forma de manera postnatal para necesidad de aplicación de surfactante pulmonar, existen diferentes estudios en los cuales sobresalen dos del grupo parís. En el 2015 la Dra. Roselyne Brat y colaboradores reclutaron 130 neonatos de 27 a 41 SDEG que ingresaron a UCIN con SDR. Se utilizó una escala semicuantitativa modificada de una escala de adultos se administró surfactante según las Guías Europeas para el SDR del 2013 y se tomó el UP en las primeras horas de vida cegado a quienes trataron a los neonatos. Se contró una correlación buena entre la escala (a mayor escala menos aireación) con índices de oxigenación tomados alrededor de 30 minutos con respecto al UP. La

escala semicuantitativa predijo la necesidad de surfactante en prematuros menores de 34 SDEG con un corte de 4 con una sensibilidad del 100 %, especificidad del 61 % con un ABC de 0.93 (IC 95 %, 0.86-0.99).<sup>17</sup>

Posteriormente la Dra. Lucia De Martino en 2018 reclutó 133 neonatos  $\leq$  30 SDEG. Se ingresaron y trataron de acuerdo con las Guías Europeas para el SDR del 2017 y se tomó UP al ingreso a UCIN y antes de la administración de surfactante nuevamente cegado a quienes trataron a los neonatos. Se demostró que un puntaje  $> 8$  predice la necesidad de surfactante (primera dosis) con una sensibilidad del 82 % y una especificidad del 92 %; asimismo un puntaje  $> 10$  predice la necesidad de retratamiento con una sensibilidad del 84 % y una especificidad del 70 %.<sup>18</sup>

**Intubación** . La comprobación de la intubación endotraqueal (TET) mediante UP, es de gran utilidad en las salas de terapia intensiva pediátrica, el realizar UP es tan efectiva y más rápida que la radiografía en la evaluación de la profundidad del TET. Con el transductor lineal con la escotadura viendo hacia la derecha colocar el transductor sobre el cuello del neonato con cuidado con la vía aérea (se recomienda una segunda persona cuidando la vía aérea). A nivel del cricoides se deben localizar los dos lóbulos tiroideos, cuando el paciente está correctamente intubado se puede observar el contorno del tubo (en doble riel) generando sombra posterior. El esófago a la izquierda de la pantalla generalmente está colapsado. En caso de verlo dilatado con sombra posterior puede corresponder a intubación esofágica o que tenga una sonda. La Figura 9.5 muestra las relaciones anatómicas y una intubación correcta. La ecografía transtraqueal tiene una Sensibilidad de 98.7% y una especificidad de 97.1% .

Para evaluar la profundidad de inserción se requieren habilidades adicionales. El arco aórtico se considera un punto de orientación para localizar la carina. Con un transductor micorconvexo se debe obtener la vista del arco aórtico en una vista supraesternal (generalmente la escotadura viendo hacia la una de las manecillas del reloj hasta obtener la vista del tubo y el arco aórtico. Se debe medir la distancia entre ellos (figura). Dependiendo la edad gestacional es deseable que se encuentre entre 0.5-2 cm de distancia. Para procedimientos de urgencia es útil verificar que el tubo está dentro de la tráquea, que hay deslizamiento pleural bilateral y ausencia de pulso pulmonar.

Si se identifica un tubo profundo (menos de 1 cm aunque en prematuros puede ser menos de 0.5 cm) se recomienda verificar por clínica la profundidad de inserción y después realizar movimiento gentiles de 0.5 a 1 cm y verídica deslizamiento pleural bilateral. El considerar un tubo “profundo” o pasado menos de 1 cm comparado con rayos X en un estudio con neonatos de  $1282 \pm 866$  gramos mostraron una sensibilidad de 86% y una especificidad (para detectar un tubo que no está pasado o profundo) de 96% .

**Neumotórax:** El diagnóstico clínico de dicha complicación es muy importante por el alto porcentaje de mortalidad. Clínicamente los pacientes presentan disminución del flujo de aire a la auscultación, campos pulmonares hiperlúcidos en la

transiluminación con luz fría y presencia de aire en el espacio pleural en la radiografía de tórax.<sup>19</sup> El uso de UP en esta patología puede servir de manera diagnóstica y terapéutica, ya que podemos realizar al mismo tiempo toracocentesis guiada por ecografía lo cual ayuda a brindar un tratamiento rápido y preciso. Actualmente el UP ha demostrado tener mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico del neumotórax que las radiografías de tórax.<sup>20</sup>

### **Signos del ultrasonido pulmonar en neumotórax**

1. **Desaparición del deslizamiento pleural.** Es el signo más importante del diagnóstico de NTX. El deslizamiento del pulmón representa un movimiento rítmico regular sincronizado con la respiración que ocurre entre la pleura parietal y visceral, ambas en aposición directa. No se observa en el momento en que el aire se estratifica entre las dos capas pleurales. La presencia de aire entre la pleura parietal y visceral suprime el deslizamiento pulmonar en el modo B. En un grupo de estudio de 43 NTX y 68 controles sanos, la sensibilidad y especificidad fue del 95.3 % y del 91.1 % con VPN del 100%.
2. **Ausencia de Líneas B.** Las Líneas B no se observan, puesto que se originan a partir de la pleura visceral. Cuando están presentes, tienen el 100 % de VPN de neumotórax.
- 3) **Presencia de línea pleural y Líneas a.** Se puede descartar el NTX si estas líneas desaparecen.
4. **Signo de “código de barras o de la estratósfera”.** En las imágenes en modo M, el signo de “la playa” es reemplazado por este signo que es muy específico para NTX.
5. Presencia del **punto pulmonar.** Aparece en NTX leve a moderado, puede no ser evidente si el NTX es total (a tensión). Representa la zona de transición entre el pulmón normal (pulmón deslizante) y anormal (pulmón no deslizante). El punto pulmonar se refiere a la ausencia de cualquier pulmón deslizante adyacente a un área de deslizamiento, lo que representa el límite físico del neumotórax. En NTX grave, los puntos pulmonares están ausentes, lo que en consecuencia disminuye la sensibilidad del signo al 75 %

**Derrame pleural:** Dicha complicación puede presentarse en cualquier momento de la edad neonatal, el diagnóstico se realiza mediante UP. Clínicamente los pacientes con derrame pleural pueden presentar o no sintomatología. Debe sospecharse en aquellos pacientes que presentan dificultad respiratoria de manera súbita, pacientes que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos, sometidos a colocación de acceso vasculares. El diagnóstico preciso de la etiología es importante para poder ofrecer un tratamiento posteriormente. El uso de la radiografía de tórax y UP son útiles para sospecharlo. El uso de UP actualmente ayuda a disminuir el tiempo en el que se realiza el diagnóstico y manejo. La detección del DP por radiografías de tórax requiere un mínimo de 150 mL de líquido, y el UP puede detectar derrames

tan pequeños como 5-10 mL. En un estudio donde se evaluó el uso de UP, se demostró que fue más sensible y específico que las radiografías de tórax para diagnosticar derrames pleurales, del 93 y 83 %, respectivamente. El ultrasonido también es útil para distinguir entre trasudado (derrame simple) y exudado (derrame complejo) basándose en la ausencia o presencia de los elementos celulares ecoicos.<sup>21,22,23</sup>

### Signos en el UP

1. **Signo de la medusa.** Si el pulmón está comprimido por el líquido, se creará un aleteo pulmonar o “signo de medusa”.
2. **Signo sinusoides.** En el modo M, con cada ciclo respiratorio, la línea de la superficie pulmonar se moverá hacia la línea pleural creando un “signo sinusoides”. Un derrame pleural en un tórax rígido, que rodea un órgano aireado que se infla, sigue esta regla.
3. **Signo de la cortina.** Otro signo común es el movimiento del pulmón aireado sobre el derrame pleural durante la inspiración. La imagen parece desvanecerse con la inspiración, se debe a que el pulmón en expansión se interpone brevemente entre la sonda y el derrame, creando así el “signo de la cortina”.
4. **Signo de cuatro paredes.** En pacientes en decúbito supino, la sonda ecográfica colocada sobre la línea axilar posterior y dirigida hacia el centro creará un “signo de cuatro paredes” si hay DP.
5. Un derrame pleural suprime el deslizamiento pulmonar, incluso un derrame milimétrico.

El signo de las **cuatro paredes** y **sinusoides** confirman el DP con una especificidad del 97 % cuando el estándar de oro utilizado es la extracción de líquido pleural.

Recientemente se publicó la adaptación del protocolo SAFE utilizada en el HIMFG<sup>24</sup>. Durante el periodo de estudio 2019-2022 se realizaron 1045 consultas de las cuales 25 correspondieron al protocolo (2.3%) diagnosticándose: neumotórax (12), derrame pleural (4), tamponade (3), alteración en la contractilidad (2), asistencia al paro (2), movilización del tubo endotraqueal (1) e hipoglucemia (1). El tipo de descompensación se clasificó como respiratoria en 14 pacientes, hemodinámica en 8 pacientes y asistencia al paro en tres pacientes.

El protocolo e intervención fue realizada por neonatólogo experto en 8 pacientes, residentes supervisados por experto en 12 pacientes y por residentes exclusivamente en 5 pacientes (incluyendo resolución de tres neumotórax a tensión y dos drenaje de tamponade).

El 96% de los pacientes sobrevivieron al evento y 68% al alta. Se realizaron 19 procedimientos (5 sondas pleurales, 3 recolocaciones de sonda, 4 mini sellos, 3

drenajes de derrame pleural y 3 drenaje de tamponade), un ajuste de tubo endotraqueal y una ministración en bolo de glucosa.

La placa correspondiente se encontró registrada en el sistema de rayos X con una media (RIC) de 58 (27, 97) minutos después del ultrasonido.

**Excursión diafragmática:** El cuadro clínico es muy variable, los pacientes pueden cursar asintomáticos hasta llegar a desarrollar insuficiencia respiratoria grave. Estos pacientes pueden tener antecedente de partos traumáticos que como consecuencia desarrollan parálisis del nervio frénico, por tal motivo es importante hacer incapie en los antecedentes de estos pacientes. En algunas ocasiones también pueden presentar más malformaciones congénitas como: pulmón hipoplásico, cardiopatía congénita o criptorquidia. A pesar de realizar la sospecha clínica de esta patología, es importante solicitar estudios de imagen, las radiografías de tórax muestran un diafragma elevado, con contorno liso e interrumpido, por tal motivo el UP es la herramienta más útil para diagnósticas ED.

Se recomienda obtener una vista longitudinal con el transductor posicionado en la línea axilar posterior con la escotadura viendo hacia arriba. Se considera normal  $\geq 4$  mm con el movimiento durante la inspiración que se acerca al transductor y la diferencia entre ambos diafragmas es menor al 50%. Se debe referir como parético cuando el desplazamiento es menor a 4 mm y la diferencia entre ambos diafragmas es mayor al 50%, acinético si no hay movimiento en el modo M o paradójico si durante la inspiración el diafragma se aleja del transductor. Hay dos publicaciones que cuentan con nomogramas para el peso y edad postnatal<sup>25,26</sup>.

**Reclutamiento y manejo de atelectasias:** Las maniobras de reclutamiento son esenciales para proteger el pulmón. Es muy importante establecer que el UP puede detectar mejoría, pero no sobre distensión. Las maniobras se basan en el manejo de las atelectasias (fisioterapia, mucolíticos) y estrategias ventilatorias para lograr el de áreas consolidadas la aparición de artefactos (Líneas B Coalescentes a Líneas B-Separadas). Se monitoriza mejoría en la oxigenación y la placa de tórax para detectar sobre distensión.

**Timo:** En todo ultrasonido pulmonar en la región anterior al desplazarse de la región derecha a la izquierda aparecerá el timo que es muy importante no confundir con atelectasias. Está localizado en el mediastino anterior y superior, sobreponiéndose al pericardio, el arco aórtico, la arteria pulmonar, la vena innominada izquierda y la tráquea: puede extenderse superiormente al borde inferior de la tiroides o inferiormente al diafragma, rara vez al mediastino posterior. No debe desplazar estructuras. Tiene una ecogenicidad homogénea, con múltiples láminas. Su ecogenicidad es similar a la del hígado o bazo<sup>27</sup>. En el capítulo de generalidades se explican las medidas habituales.

**Planteamiento del problema**

Los procedimientos invasivos tales como intubación, administración de surfactante pulmonar, colocación de sondas endopleurales se realizan frecuentemente a ciegas en la unidad de cuidados intensivos neonatales, el uso de ecografía se ha generalizado para guiar estos procedimientos, con lo cual logra reducir de manera importante las complicaciones, reduce el tiempo al realizarlos y se obtienen resultados exitosos.

## Preguntas de investigación

- 1.- ¿Cuántos pacientes fueron valorados en las primeras horas de vida para la aplicación de primera dosis de surfactante y a las cuantas horas de vida?
- 2.- ¿A qué número de pacientes valorados mediante ultrasonido pulmonar se les aplicó segunda dosis de surfactante y cuál fue la escala semicuantitativa de estos pacientes?
- 3.- ¿Cuál fue el número de pacientes valorados por medio de ultrasonido pulmonar para verificar una adecuada intubación y cuál de fue la profundidad del TET?
- 4.- ¿Qué número de pacientes fueron valorados como parte del protocolo SAFE, en cuantos se identificó neumotórax y en cuantos de ellos se realizaron procedimientos evacuadores?
- 5.- Dentro de los procedimientos guiados por ultrasonido, se planea conocer ¿Cuál es el origen de los derrames pleurales identificados en los pacientes hospitalizados en la UCIN, y en cuantos de estos pacientes se realizó el tratamiento de manera urgente como parte del protocolo SAFE?
- 6.- ¿En qué cantidad de pacientes hospitalizados en el servicio de neonatología se realizó el diagnóstico de exclusión diafragmática y cuál fue el manejo que recibieron?
- 7.- ¿Cuál fue la edad gestacional en la que se realizaron maniobras de reclutamiento alveolar y cuantas de ellas mostraron mejoría posterior a la revaloración por medio de ultrasonido pulmonar?

## **Justificación**

El ultrasonido pulmonar en la unidad de cuidados intensivos neonatales, tiene una gran importancia clínica. Permittiendonos realizar valoraciones en la cuales podemos hacer el diagnóstico por imagen de patologías respiratorias, necesidad de ventilación mecánica invasiva, requerimiento de surfactante pulmonar y complicaciones de la ventilación mecánica, patologías que afectan el diafragma.<sup>1</sup>

Actualmente su uso ha cobrado gran importancia en las unidades neonales, debemos tomar en cuenta que una gran cantidad de las valoraciones mediante el ultrasonido pulmonar nos son de gran utilidad permitiendos realizar diagnósticos y a la par realizar procedimientos como parte del tratamiento. En la unidad de cuidados intensivos neonales del nuestro instituto desde el año 2017 se han realizaron valoraciones ecograficas funcionales neonatales entre las cuales se encuentra el ultrasonido pulmonar, herramienta la cual nos ha permitido realizar procedimientos guiados en nuestro departamento, valoraciones a recién nacidos pretermino para la aplicación de primera y segunda dosis de surfactante pulmonar, diagnóstico de complicaciones de la ventilación mecánica, resolución de los mismos mediante procedimientos guiados, de ahí la importancia de conocer el avance todos estos procedimientos, variables demograficas y la evolución de los pacientes.

En el presente trabajo daremos a conocer los resultados de los procedimientos realizados y valoraciones por ultrasonido pulmonar en el departamento de neonatología en el periodo enero 2018 – marzo 2023.

**Hipótesis:**

El ultrasonido pulmonar es la mejor herramienta para realizar procedimientos guiados en la unidad de cuidados intensivos neonatales con lo cual disminuimos complicaciones.

**Objetivos**

Conocer las valoraciones funcionales realizadas por ultrasonido pulmonar y los procedimientos guiados por ultrasonido realizados en el departamento de neonatología en el hospital infantil de México durante 6 años.

**Objetivos específicos**

- 1.- Conocer el número consultas y de procedimientos realizados en el departamento de neonatología en el periodo enero 2018 a marzo 2023.
- 2.- Describir las aplicaciones funcionales del ultrasonido pulmonar y resultado de estos

## **MÉTODO (DATOS, DISEÑO Y PROCEDIMIENTOS)**

### **Clasificación.**

Es un estudio original.

### **Tipo de investigación.**

Investigación clínica.

### **Características.**

Descriptivo, retrospectivo, comparativo

### **Lugar de realización.**

Hospital Infantil de México, Dr. Federico Gómez, Instituto Nacional de Salud (HIMFG).

### **Población estudiada.**

Pacientes hospitalizados en la UCIN del HIMFG con UP Valorados por el Servicio de Valoración Hemodinámica (VH) y Ultrasonido en el Paciente Neonato Gravemente Enfermo.

### **Cálculo de tamaño de muestra.**

No se realiza cálculo de tamaño de muestra ya que depende del número de ingresos.

### **Criterios de inclusión.**

-Recién nacidos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital con VH y Ultrasonido en el Paciente Neonato Gravemente Enfermo.

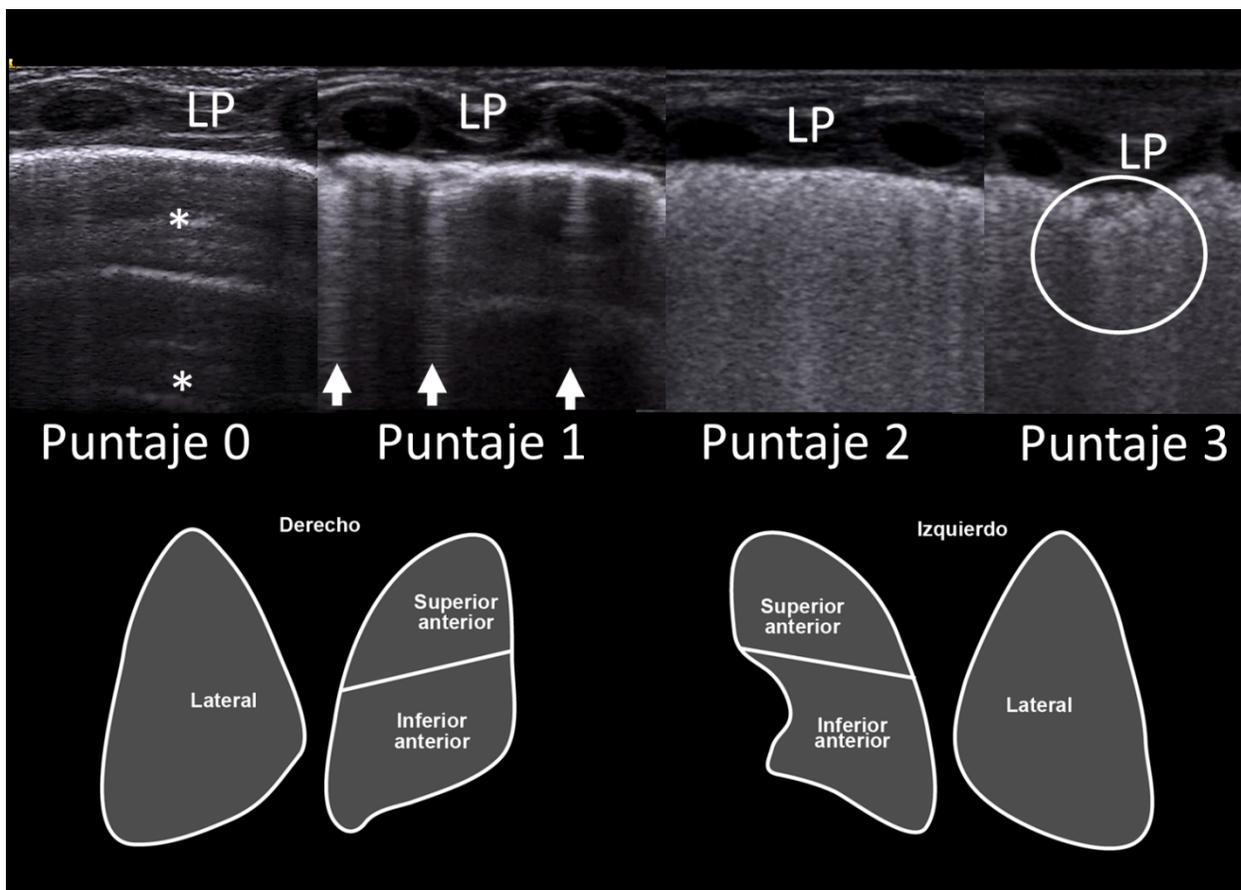
### **Criterios de exclusión.**

- Recién nacidos ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital con Atresia Esofágica no valorados por el Servicio de VH y Ultrasonido en el Paciente Neonato Gravemente Enfermo.

Los ultrasonidos se realizaron con equipo de sala [2018 a 2019, Acuson x300™ (Siemens Healthcare, Munich, Germany) con transductor lineal de 14 MHz; 2020-2023, Vivid® E90 (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, Estados Unidos, con transductor lineal tipo palo de hockey de 8-18 MHz] o con equipo portátil (Konted™, Beijing China, Lineal 10.0MHz).

**Escala semicuantitativa (ESC):** Se valoró de acuerdo con la Figura 1.

**Figura 1.** Escala Semicuantitativa para diagnosticar la necesidad de surfactante exógeno.



Superior: Cuatro patrones típicos de ultrasonido pulmonar. Puntaje 0: Aireación normal con repetición transversal de la línea pleural (LP) llamadas líneas A (asteriscos) con deslizamiento pleural presente. Puntaje 1: Líneas B longitudinales (Cabezas de flecha) que llegan al fondo de la pantalla (Deben haber  $\geq 3$ ). Puntaje 2: Líneas B coalescentes (sin espacios respetados) dando imagen de pulmón blanco con línea pleural engrosada. Puntaje 3: Pulmón blanco con engrosamiento de la línea pleural y consolidaciones subpleurales (círculo) conocido también como broncograma de colapso. Inferior: Seis áreas exploradas en el paciente superior anterior, inferior anterior y lateral de ambos lados. Fuente: 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.

**Protocolo SAFE modificado:** Recientemente se publicó la adaptación del protocolo SAFE utilizada en el HIMFG. Se refiere al lector a la referencia donde se describe la metodología.

Los datos se ingresaron en Excel (Microsoft Office 365) y se analizaron usando SPSS (Statistics for Windows, versión 21.0). Se realizó estadística descriptiva. Las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes. Para las cuantitativas, se realizaron pruebas de normalidad, y aquellas con distribución paramétrica se expresaron en promedios y DE, y las no paramétricas, en medianas y rangos intercuartílicos (p25-p75).

Se comparó la ESC de los pacientes que recibieron surfactante y los que no con U de Mann Whitney.

## Descripción de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	El tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual. Medida en días	Obtenida del expediente del paciente	Cuantitativa discreta	DE 0-90 días
Género	Condición orgánica masculina o femenina	Obtenida del expediente del paciente	Cualitativa dicotómica	Femenino Masculino
Hallazgos ultrasonográficos	Imágenes	Imágenes obtenidas mediante valoración por ultrasonido	Cualitativa ordinal	Escalas/ clasificaciones  Signos ultrasonográficos
Procedimientos	Acciones realizadas a un paciente para efectos diagnósticos, terapéuticos	Datos obtenidos del expediente del paciente	Cualitativa nominal	-Toracocentesis -Intubación -Aplicación
Síndrome de dificultad respiratoria	cuadro respiratorio agudo que afecta casi exclusivamente a los recién nacidos pretérmino	Patología registrada en el expediente del paciente	Cualitativa ordinal	Grado I Grado II Grado III Grado IV
Surfactante pulmonar	mezcla de lípidos y proteínas y sintetizado por los neumocitos tipo II	Administrado RNT pretermino	Cuantitativa ordinal	Natural Sintético

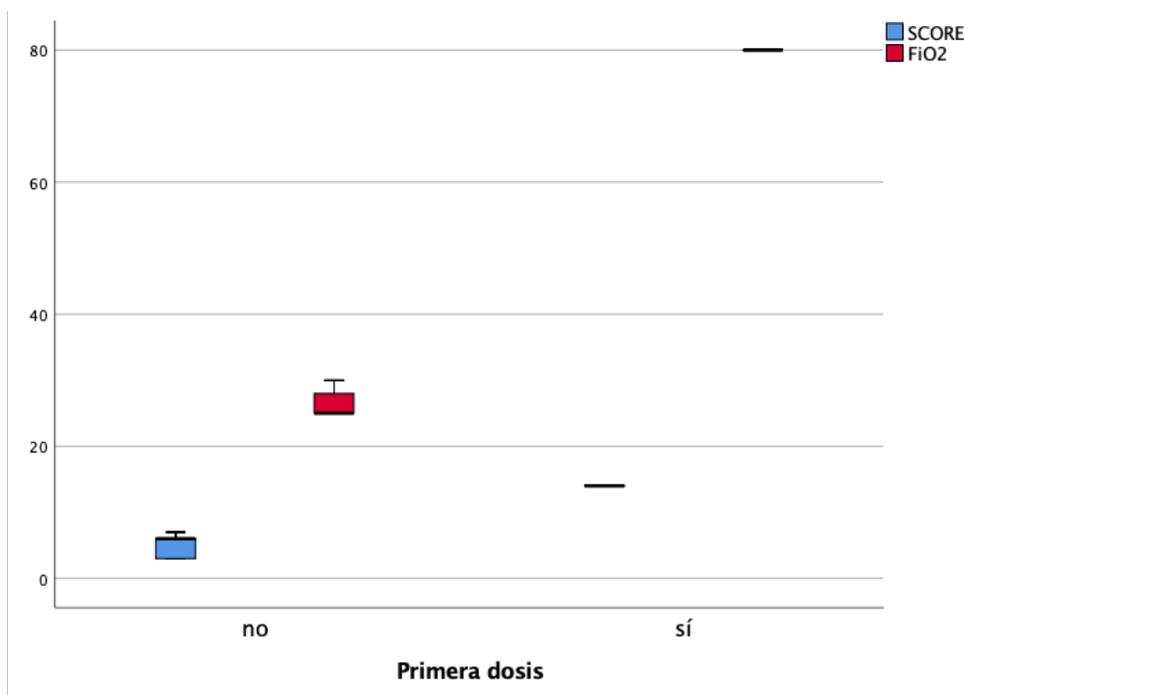
Neumotórax	Acumulación de aire en la cavidad pleural	Patología registrada en el expediente del paciente	Cualitativa ordinal	Primario Secundario
Derrame pleural	Acumulación de líquido en las capas pleurales	Patología registrada en el expediente del paciente	Cualitativa ordinal	Exudado Trasudado
Intubación endotraqueal	Procedimiento o en el cual se asegura la vía aérea	Procedimiento o registrado en el expediente	Cualitativa ordinal	TET

## Resultados del estudio

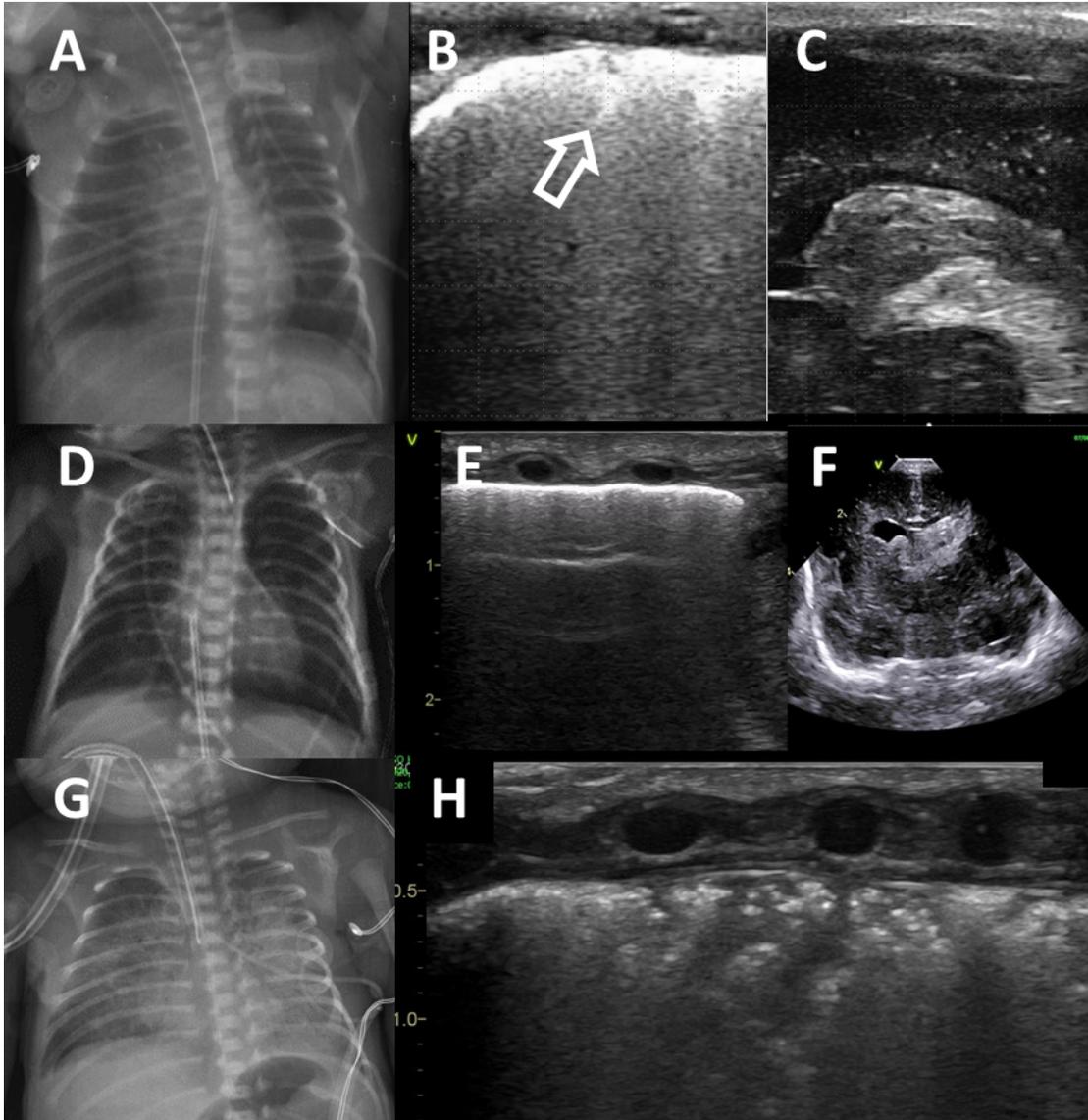
De enero del 2018 a Marzo del 2023 se realizaron 1388 consultas. Se describen a continuación todas las aplicaciones funcionales del UP realizadas y plasmadas en los expedientes.

### Administración de surfactante:

Se evaluó a 15 pacientes con una mediana (RIC) de 28 (27,28) semanas de gestación (SDG) para la administración de surfactante; 33% femeninos, con un peso de 980 (870, 1495). Seis pacientes fueron evaluados para primera dosis cumpliendo criterio solamente un paciente con una ESC de 14 y  $FiO_2$  de 80% vs 6 (3, 6) con una  $FiO_2$  de 25 (25,28). Al ser un solo paciente la diferencia no fue estadísticamente significativa (U de Mann Whitney  $p= 0.3$ ), **ver Gráfico 1**. El paciente que recibió surfactante tardío (prematureo de 26 semanas, 900 gr, primera dosis a las 20 horas de vida) desgraciadamente falleció de complicaciones hemorrágicas (Pulmonar e intraventricular). **Ver Figura 2**.



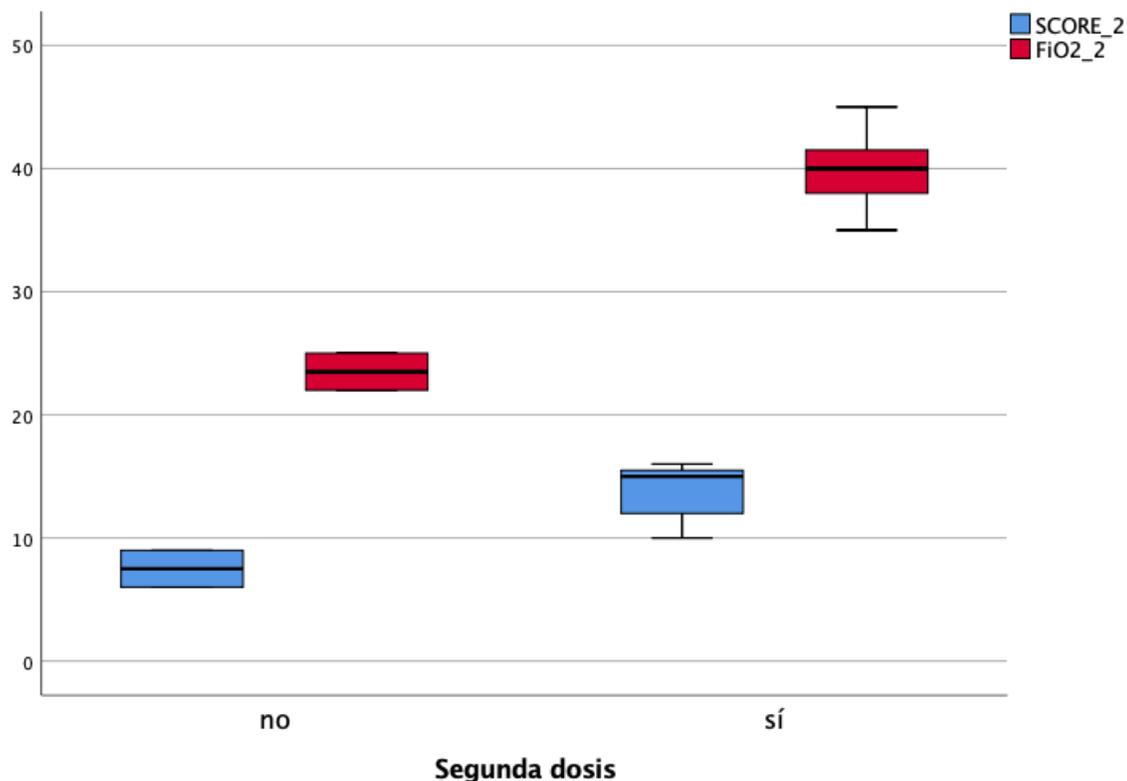
**Gráfico 1.** Comparación de la ESC y  $FiO_2$  entre pacientes que ameritaron primera dosis de surfactante tras valoración por UP [U de Mann Whitney  $p= 0.3$ ]



**Figura 2.** Prematuro de 26 semanas, 900 gr, primera dosis de surfactante a las 20 horas de vida. Ingresa a área de sospechosos para descartar infección por SARS-CoV-2. [A] Placa de tórax tras un traslado deficiente con TET y catéter umbilical pasado. [B] UP con equipo portátil demostrando pulmón blanco con broncograma de colapso (flecha). [C] Se documenta a su ingreso presencia de hemorragia intraventricular (HIV). [D] Placa de tórax tras primera dosis de surfactante. [E] mejoría en el UP apareciendo Líneas -A y Líneas-B separadas. [F] Se corrobora HIV severa. [G] Placa de tórax tras hemorragia pulmonar. H. UP demostrando hemorragia pulmonar con signo de la “disrupción de la línea pleural, consolidación y pulso de pulmón.”

Nueve pacientes se evaluaron para segunda dosis ministrándose en siete con una escala semicuantitativa de 15 (12, 16) con una  $FiO_2$  de 40 (38, 42) vs 8 (7, 8) con

una FiO<sub>2</sub> de 23 (23, 24), encontrándose una diferencia estadísticamente significativa (U de Mann Whitney p= 0.05). Ver **Gráfico 2**.

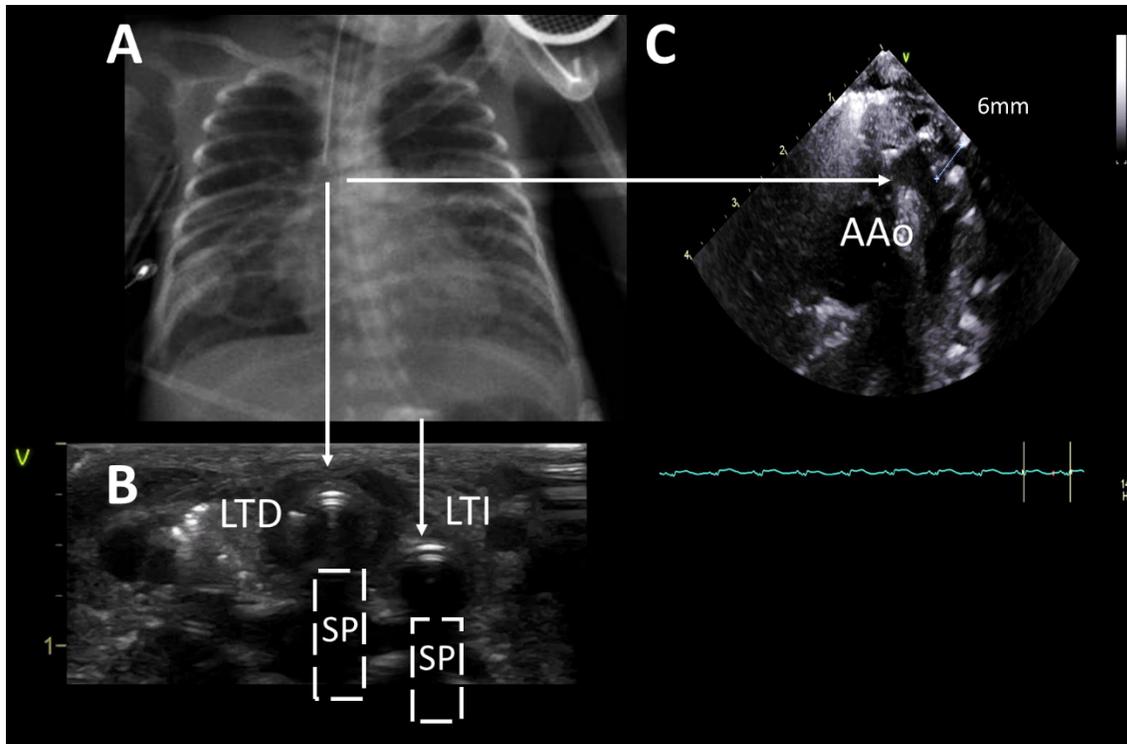


**Gráfico 2.** Comparación de la ESC y FiO<sub>2</sub> entre pacientes que ameritaron segunda dosis de surfactante tras valoración por UP [U de Mann Whitney p= 0.05].

La ESC para ministración de surfactante fue  $\geq 8$  para la primera dosis y  $\geq 10$  para la segunda dosis y de acuerdo con lo reportado en la literatura siempre correlacionó con una necesidad de FiO<sub>2</sub> mayor a 30%.

### **Intubación:**

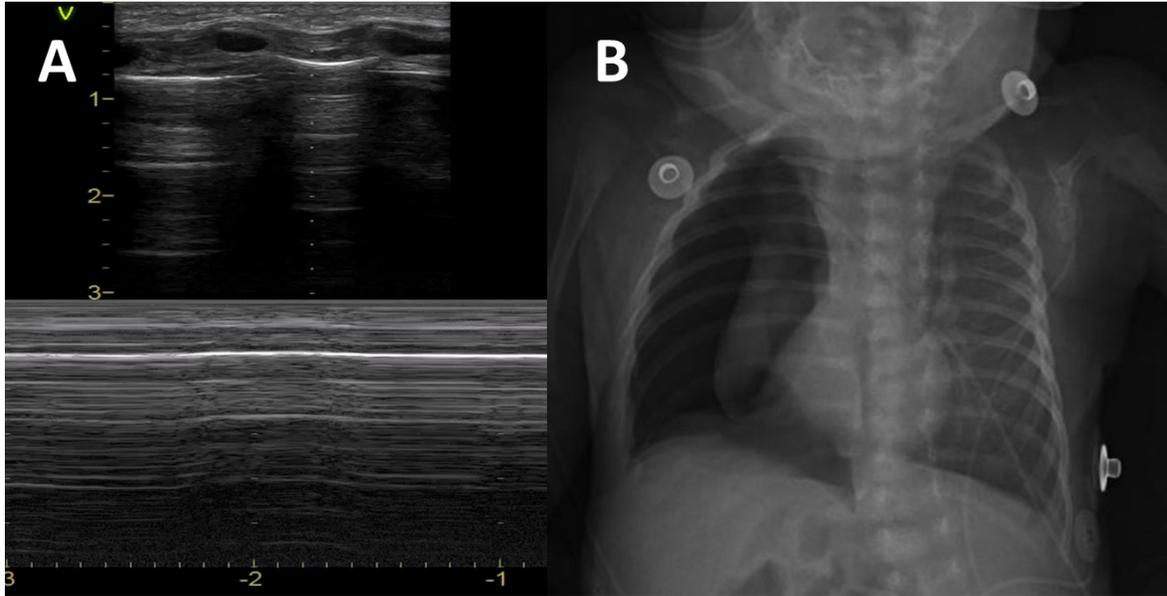
Se evaluó la presencia del tubo endotraqueal “in situ” en 135 consultas (10% del total de las consultas), verificando la profundidad en 91 consultas, encontrándose a 0.9 (0.72, 1) cm del arco aórtico. Se ajustó el tubo endotraqueal en 11 ocasiones (12%), una como parte del protocolo SAFE modificado al encontrarse pulso de pulmón y 10 en evaluaciones de rutina. Ver **Figura 3**.



**Figura 3.** [A] Placa de tórax mostrando la correlación con la vista trans traqueal [B] donde se demuestra la presencia del tubo endotraqueal con imagen en doble riel entre el lóbulo tiroideo derecho e izquierdo (LTD, LTI) generando sombra posterior (SP), a la izquierda se identifica la sonda orotraqueal generando igualmente imagen en doble riel y SP. [C] Demuestra la profundidad del tubo encontrándose a 6 mm del arco aórtico (se retrae ligeramente).

#### **Neumotórax:**

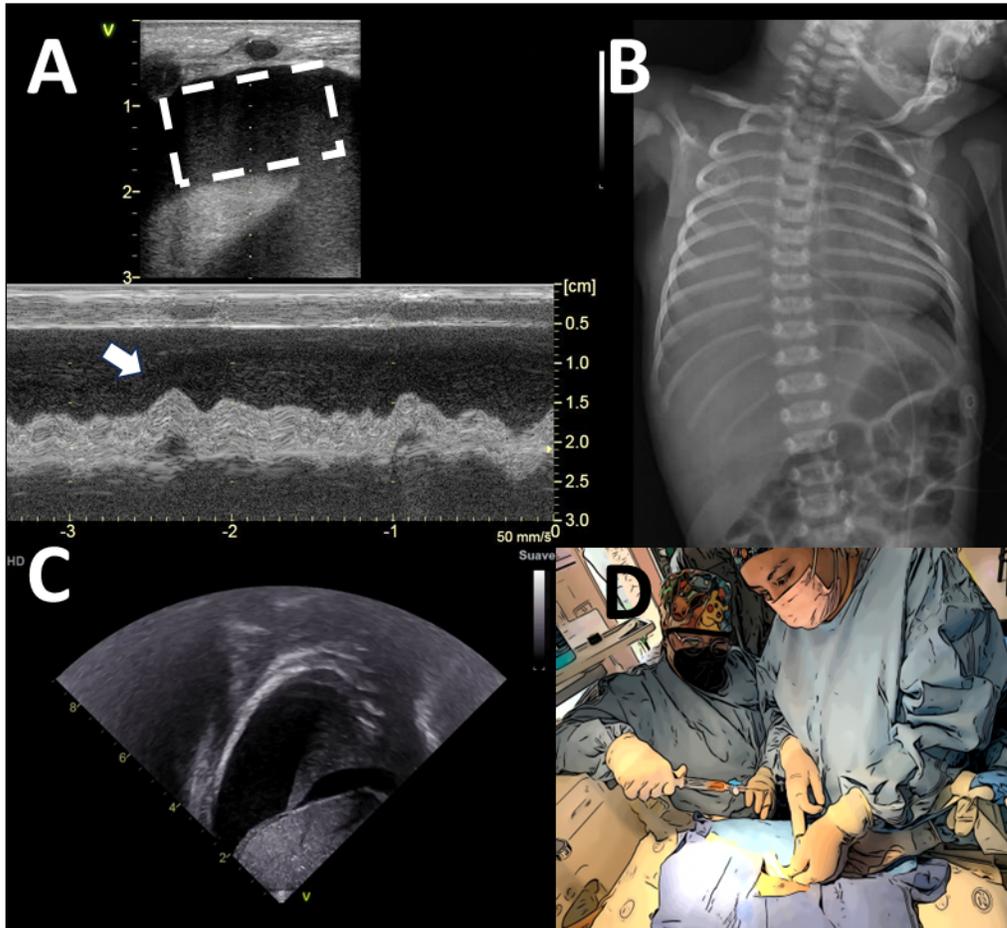
Se evaluó a 40 pacientes, 40% femeninos, de 37 (32, 38) SDG y peso de 2775 (1200, 3000) g a los 8 (4, 20) días de estancia intrahospitalaria. 10 prematuros, 10 quirúrgicos torácicos, 8 RN de término con HAP/Insuficiencia respiratoria hipoxémica, 4 cardiopatas, 3 quirúrgicos abdominales y 5 con diagnósticos diversos. 23 como parte del protocolo SAFE modificado y 17 sin que existiera una urgencia, diagnosticándose 28 neumotórax (70% de las sospechas) realizándose 20 procedimientos evacuadores. **Ver Figura 4.**



**Figura 4.** Paciente prematuro en CPAP con desaturaciones e incremento en el esfuerzo respiratorio. [A] Se detecta ausencia de deslizamiento pleural, solo Líneas-A, ninguna Línea-B, no hay pulso de pulmón. No se identifica “Punto pulmonar” por lo que se diagnostica Neumotórax. [B] Placa de tórax tomada posteriormente que correlaciona con el diagnóstico.

#### **Derrame pleural**

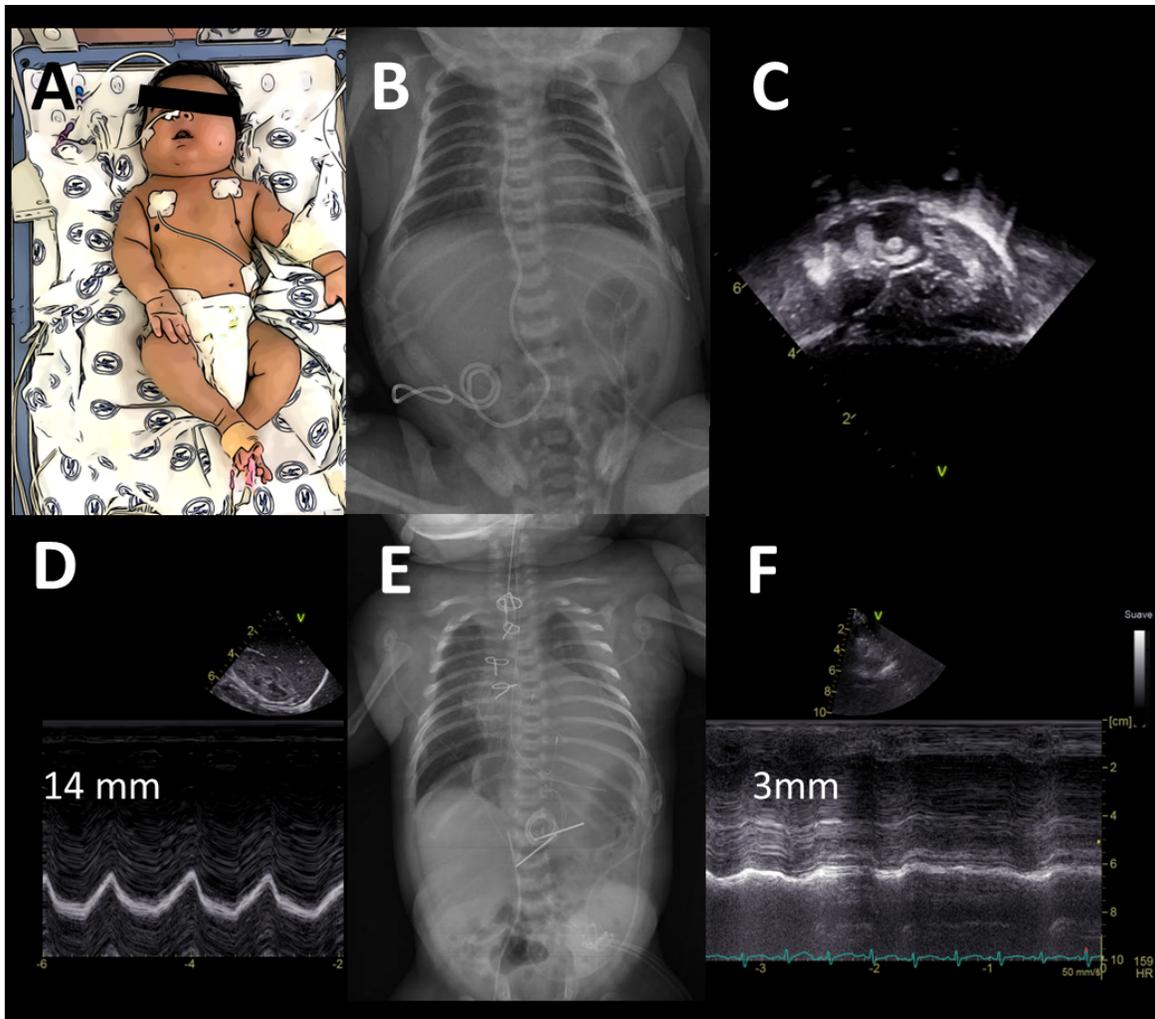
Se diagnosticaron 16 pacientes con derrame pleural; 21% femenino con peso de 3020 (2635, 3218) g, 37 (35, 40) SDG valorándose a los 15 (8, 20) días de vida. Ocho quirúrgicos, tres cardiopatas un quilotórax congénito, un neonato de término séptico y tres prematuros. Se drenaron 9 (cuatro quilotórax, un empiema, dos hemotórax y dos exudados). Tres se realizaron de manera urgente como parte del protocolo SAFE modificado y seis sin que existiera urgencia. Ver **Figura 5**.



**Figura 5.** [A] Se identifica en el UP longitudinal ausencia del “Signo del murciélago”, “Signo de las 4 paredes” (cuadro línea punteada) y en el Modo-M “Signo Sinusoidal” (flecha), diagnosticándose Derrame Pleural. [B] Placa correspondiente (Blanca del lado izquierdo donde hay que hacer diagnóstico diferencial y la radiografía simple no es suficiente). [C] Vista transdiafragmática donde se aprecia de manera panorámica el volumen del derrame. [D] Procedimiento evacuador guiado por ultrasonido.

**Excursión diafragmática:**

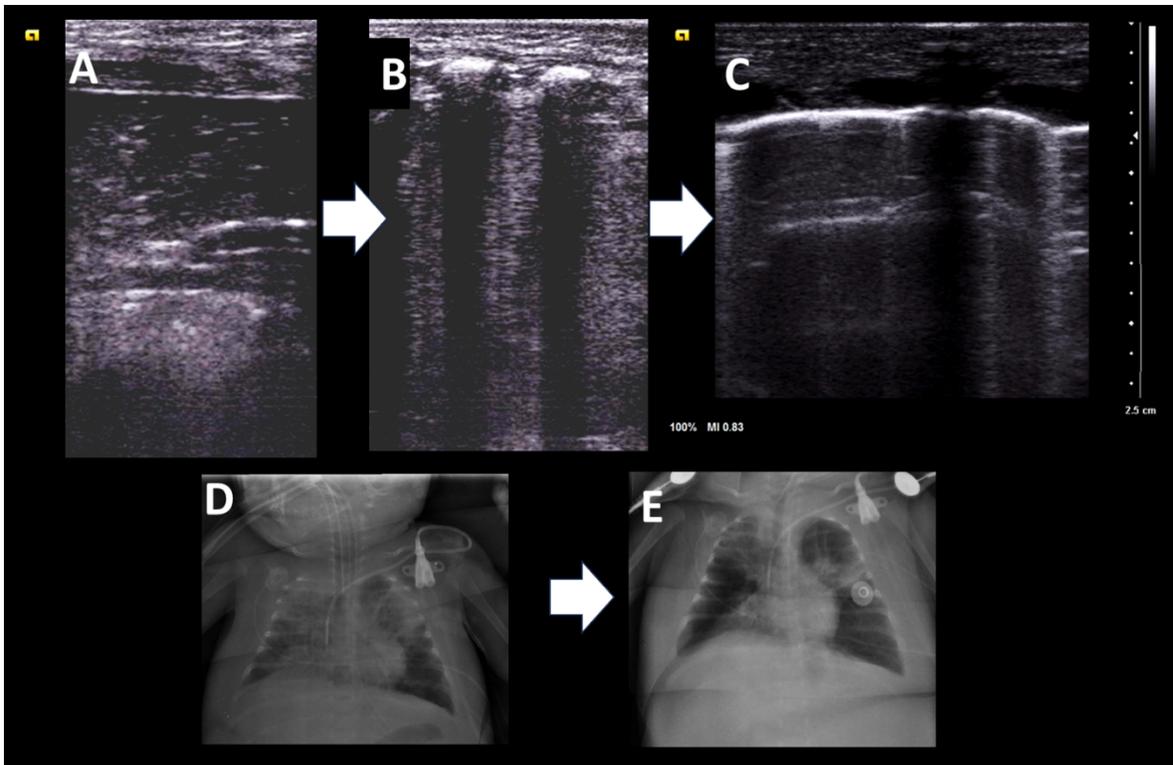
Se valoraron 10 pacientes; 3 femeninos con 36 (34, 37) SDG, un peso de 2980 (2560, 3175) g, valorados a los 28 (17, 60) días de vida. Se diagnosticaron 5 paresias/parálisis (3 izquierdas y dos derechas en tres cardiópatas y dos pacientes quirúrgicos de tórax). Dos de las paresias/parálisis fueron quirúrgicas y tres se vigilaron. **Ver Figura 6.**



**Figura 6.** [A] Paciente de 39 SDG con fetopatía diabética, comunicación interauricular. [B] Placa de tórax que muestra catéter venos umbilical muy profundo. [C] Gran trombo en ambas aurículas. Tras ser operado de trombectomía en aurícula derecha/izquierda y cierre de CIA presenta incremento en el trabajo respiratorio y vómitos. [D] Excursión diafragmática derecha normal de 14 mm. [E] Placa correspondiente donde se observa hemitórax izquierdo elevado. [F] Paresia diafragmática izquierda con excursión de 3 mm.

**Reclutamiento:**

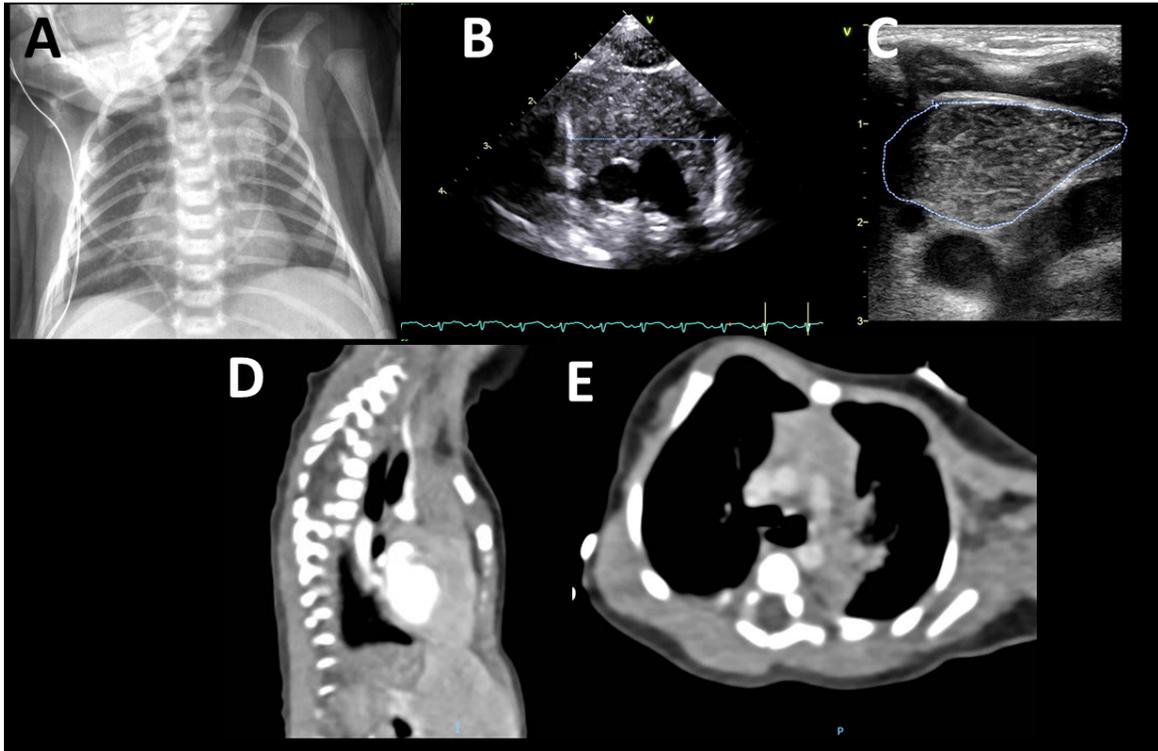
Están documentadas 26 maniobras de reclutamiento/manejo de atelectasias en pacientes prematuros y ex prematuros (un cardiópata y once quirúrgicos) de 29 (29, 30) SDG con un peso de 961 (812, 1425) g, valorados a los 14 (12, 50) días de estancia intrahospitalaria. En todos los casos las maniobras de reclutamiento fueron guiadas por una mejoría en la oxigenación y el paso de áreas consolidadas a Líneas-B coalescentes, a Líneas-B separadas, así como resolución de la atelectasia. No se documentó ningún caso de neumotórax durante estas. Ver **Figura 7.**



**Figura 7.** Ex prematuro de 31 SDG, 38 corregidas, DBP grave, antecedente de enterocolitis necrosante. Regresa a UCIN de quirófano tras laparotomía por oclusión intestinal. Se recluta con ventilación de alta frecuencia oscilatoria. Se observa en el UP el paso de áreas consolidadas de predominio derecho [A], a la aparición de Líneas B Coalescentes [B] a Líneas B-Separadas [C]. Se muestra la placa de tórax correspondiente antes [D] y después [E] de las maniobras de reclutamiento.

**Valoración Timo:**

Se realizó la valoración completa del Timo en 15 pacientes. 11 como parte de la valoración de una neumonía viral. Cuatro por encontrarse incrementado en la placa de tórax. En uno de estos casos el paciente fue enviado a Tercer Nivel por una “Masa mediastinal”. El UP confirmó que se trataba del Timo y se corroboró por TAC, manteniéndose en vigilancia. Ver **Figura 8**.



**Figura 8.** [A] Paciente enviado a tercer nivel por “masa mediastinal”. B. Valoración del Timo en sus ejes anteroposterior, con un diámetro transversal de 2.26 cm [B] y sagital con un área de 6.05 cm<sup>2</sup> [C], con un índice tímico de 13.58 cm<sup>3</sup> (agrandado). Se hace correlación con la tomografía sagital [D] y coronal [E]

## Discusión

El ultrasonido pulmonar actualmente ha demostrado ser de gran utilidad, se sabe actualmente que el uso de esta técnica ayuda a reducir la toma de radiografías simples para realizar valoraciones o confirmar diagnósticos en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Dentro de los resultados obtenidos en nuestro estudio , hablaremos de las detecciones y procedimientos identificados en nuestro tiempo de estudio.

Se realizó valoración mediante ultrasonido pulmonar en recién nacidos pretérmino para conocer necesidad de aplicación de surfactante pulmonar en las primeras horas de vida, en nuestro estudio se obtuvo edad gestacional con una media de 28 SDG, dicha edad es la similar a la reportada en otros estudios mundiales, Dentro de los pacientes valorados solo uno de ellos presentaba al momento del UP una escala cuantitativa de 14 y  $FiO_2$  de 80%, la ESC en nuestro caso nos ayudó a conocer la necesidad de resurfactar a los pacientes, un estudio realizado en el año 2018 por De Martino y colaboradores en donde se valoraron 133 pacientes pretérmino a los cuales se les realizó UP en las primeras 4 horas de vida, demostrando que la escala semicuantitativa pulmonar tiene un alto valor predictivo para valorar la necesidad de aplicar surfactante pulmonar a los recién nacidos, teniendo según esté estudio una sensibilidad del 95% y especificidad de 80%<sup>18</sup>.

En el mismo estudio realizado por De Martino en 2018 se valora la necesidad de segunda dosis de surfactante, de igual manera utilizando una escala semicuantitativa como predictor lo cual muestra una diferencia estadísticamente significativa mostrando ( $P=0.39$ ), en nuestro caso se realizó aplicación de segunda dosis de surfactante con una escala semicuantitativa de 15 con  $FiO_2$  40%, Vs escala de 8 y  $FiO_2$  23 lo cual mostró una diferencia estadísticamente significativa. Otro estudio realizado por Raimondi y colaboradores en 2021 en donde se valoraron 240 recién nacidos pretérmino, la gran mayoría de estos recién nacidos recibieron la primera dosis dentro de las primeras 3 horas, con lo cual disminuyo significativamente la necesidad de oxígeno<sup>8</sup>.

Las complicaciones como neumotórax asociadas a la necesidad de ventilación mecánica, posterior a la administración de surfactante o de manera espontánea, son más frecuentes en la edad neonatal que en cualquier otra, por tal motivo en nuestro estudio también se enfocó en la detección de neumotórax por protocolo SAFE, analizamos aquellos pacientes que presentaron descompensación hemodinámica y por lo tanto necesidad de intervención inmediata, en total se evaluaron 40 pacientes, de los cuales la edad gestacional más frecuente fueron las 37 SDG, registrándose 10 pacientes prematuros, comparando nuestros hallazgos demográficos con literatura mundial, la edad gestacional es similar, en estudio realizado en el año 2016 por Santos-Silva y colaboradores<sup>2</sup>, en el cual se estudiaron 80 neonatos diagnóstico de neumotórax; la edad gestacional media fue de 37SDG,

similar a lo reportado en nuestros pacientes, por el contrario en el estudio realizado en el año 2022 realizado por Mosalli y colaboradores<sup>28</sup> desarrollaron neumotórax los recién nacidos pretérmino <32SDG hasta en un 68%, tuvieron una edad gestacional predominante en los recién nacidos menores de 32 SDG, que en el 57% de los casos fueron neumotórax de origen espontáneo y en el resto secundarios a procedimientos (43%). En el caso de nuestros pacientes se realizó el diagnóstico de neumotórax en el 70% de los pacientes a los cuales se les realizó protocolo SAFE. Dentro de las comorbilidades de nuestros neonatos 10 pacientes fueron pacientes con intervención torácica, en el caso de estudio santos y colabores 17.8% de sus pacientes fueron pacientes posquirúrgicos.

Ya que el objetivo de nuestro estudio fue conocer las intervenciones realizadas en nuestra unidad también se analizaron los casos de los pacientes con diagnóstico de derrame pleural siendo otra complicación importante de los pacientes en la edad neonatal, dentro de nuestras valoraciones se realizaron en total 16 valoraciones en donde se diagnosticó derrame pleural, dentro de los demográficos que llaman la atención que en el 21% de los casos fue en el sexo femenino, la edad gestacional de igual manera con una media de 37SDG, comparando nuestro resultados con otros estudios realizados difieren con los nuestros ya que en un estudio realizado en 2016, en donde se realizó la observación durante 18 años de pacientes hospitalizados en la sala de neonatología la edad gestacional promedio observada fue de 35SDG y el sexo predominante fue masculino en un 48% de los casos, dentro de nuestros pacientes 9 de ellos necesitaron toracocentesis (cuatro quilotórax, un empiema, dos hemotórax y dos exudados), siendo similar a lo observado en otros estudios los cuales presentan como etiología predominante los pacientes postoperados de patología torácica (63%).<sup>29</sup>

Recientemente se ha demostrado la utilidad del ultrasonido para guiar maniobras de reclutamiento, describiendo la técnica y la diferenciación de pulmones reclutables vs no reclutables<sup>30,31</sup>. Los casos reportados se agregan a las descripciones de esta utilidad funcional tanto para reclutar como para el manejo y seguimiento de atelectasias.

Es importante el reconocimiento y valoración del timo en la valoración por UP ya que siempre aparece en la exploración y es muy importante no confundirlo con una consolidación. En nuestro caso se detectaron varios caso donde la glándula estaba incrementada en dimensiones principalmente en infecciones virales.

## **Conclusión**

El uso de ultrasonido en las unidades de cuidados intensivos neonatales va en aumento, la utilidad del mismo en la valoración pulmonar, hemodinámica y cerebral del recién nacido va siendo cada vez mas importante, nuestro estudio esta centrado en la valoración mediante ultrasonido pulmonar el cual nos da a conocer todas las ventajas sobre su uso, la utilidad que nos brinda para acortar el tiempo entre diagnóstico y tratamiento en aquellos hallazgos de urgencia, así mismo disminuye la toma de radiografías para corroborar la localización adecuada de la canula endotraqueal, disminuyendo la exposición a la radiación a los recién nacidos, cuando se cuenta con el personal entrenado en esta herramienta, es segura y eficaz.

Sugerimos el uso de ultrasonido pulmonar como herramienta útil en la valoración pulmonar de los recién nacidos no solo con fines diagnósticos si no con una utilidad funcional para la toma de decisiones y guía de procedimientos.

## Cronograma de actividades

	2022							2023					
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Búsqueda de tema de investigación	■	■											
Anteproyecto			■	■									
Revisión bibliográfica					■	■	■	■					
Recolección de datos							■	■	■				
Análisis de datos									■	■	■		
Revisión de resultados											■	■	
Entrega de tesis													■

## Referencias bibliográficas

---

- <sup>1</sup> Raimondi F, Migliaro F, Corsini I, Meneghin F, Dolce P, Pierri L, Perri A, Aversa S, Nobile S, Lama S, Varano S, Savoia M, Gatto S, Leonardi V, Capasso L, Carnielli VP, Mosca F, Dani C, Vento G, Lista G. Lung Ultrasound Score Progress in Neonatal Respirat.
- <sup>2</sup> Santos Silva, I., Flôr-de-Lima, F., Rocha, G., Alves, I., & Guimarães, H. (2016). Pneumothorax in neonates: a level III Neonatal Intensive Care Unit experience. *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine (JPNIM)*, 5(2), e050220. <https://doi.org/10.1378/chest.10-2338>. PMID: 21362669.
- <sup>3</sup> Cattarossi L, Copetti R, Poskurica B. Radiation exposure early in life can be reduced by lung ultrasound. *Chest*. 2011 Mar y 21362669., 139(3):730-731. doi: 10.1378/chest.10-2338. PMID: 21362669.
- <sup>4</sup> Ibarra-Ríos D, Márquez-González H, Quiroga-Valdés A, Guzmán-Arce AE, Villanueva-García D. Análisis de los resultados del programa de ecocardiografía funcional neonatal en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2020;77(4):178-185. doi:10.24875/BMHIM.20000036
- <sup>5</sup> Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol*. 2018 Apr 1;3(4):346-350. doi: 10.1001/jamacardio.2018.0001.
- <sup>6</sup> Raimondi, F., Yousef, N., Migliaro, F. et al. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications. *Pediatr Res* 90, 524–531 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0114-9>.
- <sup>7</sup> Martínez-Valverde S, Castro-Ríos A, Salinas-Escudero G, Villasis-Keever MA, Garduño-Espinosa J, Muñoz-Hernández O. Direct medical costs of neonatal respiratory distress syndrome in two specialized public hospitals in Mexico. *Salud Publica Mex [Internet]*.
- <sup>8</sup> Raimondi F, Migliaro F, Corsini I, et al. Lung Ultrasound Score Progress in Neonatal Respiratory Distress Syndrome. *Pediatrics*. 2021;147(4):e2020030528. doi:10.1542/peds.2020-030528
- <sup>9</sup> Wu S, Zang N, Zhu J, Pan Z, Wu C. Congenital diaphragmatic eventration in children: 12 years' experience with 177 cases in a single institution. *J Pediatr Surg*. 2015 Jul y 25783, 50(7):1088-92. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2014.09.055. Epub 2015 Jan 29. PMID: 25783.
- <sup>10</sup> Narula J, Chandrashekhar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol*. 2018 y doi:10.1001/jamacardio.2018.0001, 3(4):346–350.
- <sup>11</sup> Point of care lung ultrasound service in neonatal intensive care: Five years of experience in Manitoba, Canada. Elsayed Y, Narvey M, Lashin A, Alammary D,

---

Gigolyk S, Louis D. Point of care lung ultrasound service in neonatal intensive care: Five years of.

<sup>12</sup> Kurepa D, Zaghloul N, Watkins L, Liu J. Neonatal lung ultrasound exam guidelines. *J Perinatol.* 2018 Jan y 29144490., 38(1):11-22. doi: 10.1038/jp.2017.140. Epub 2017 Nov 16. PMID:.

<sup>13</sup> Yueh-Ting Shih, Pen-Hua Su, Jia-Yuh Chen, Inn-Chi Lee, Jui-Ming Hu, Hua-Pin Chang, Common Etiologies of Neonatal Pleural Effusion, *Pediatrics & Neonatology*, Volume 52, Issue 5, 2011, Pages 251-255, ISSN 1875-9572, <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2011.0>.

<sup>14</sup> Bahgat E, El-Halaby H, Abdelrahman A, Nasef N, Abdel-Hady H. Sonographic evaluation of diaphragmatic thickness and excursion as a predictor for successful extubation in mechanically ventilated preterm infants. *Eur J Pediatr.* 2021 Mar y d, 180(3):899-908.

<sup>15</sup> Via G, Storti E, Gulati G, Neri L, Mojoli F, Braschi A. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Nov y 22858877., 78(11):1282-96. Epub 2012 Aug 3. PMID:.

<sup>16</sup> Ibarra-Ríos D, Sánchez-Cruz A. Ultrasonografía Pulmonar Neonatal. Mancilla Ramírez J Ed. Programa de Actualización Continua en Neonatología-5/Libro 6, PAC®. Federación Nacional de Neonatología de México AC. Intersistemas S.A. de CV, 2021. ISBN 978-607-443-980-9

<sup>17</sup> 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 y 10.10, 169(8):e151797. doi:.

<sup>18</sup> De Martino L, Yousef N, Ben-Ammar R, et al. Lung Ultrasound Score Predicts Surfactant Need in Extremely Preterm Neonates. *Pediatrics.* 2018 y 142(3):e20180463.

15. 15. Via G, Storti E, Gulati G, Neri L, Mojoli F, Braschi A. Lung ultrasound in the ICU: from diagnostic instrument to respiratory monitoring tool. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Nov y 22858877., 78(11):1282-96. Epub 2012 Aug 3. PMID:.

<sup>19</sup> Buonocore G, Bracci R, Weindling M. *Neonatology: A Practical Approach to Neonatal Diseases.* 2nd. ed. Italy: Springer y Doi:10.1007/978-3-319-29489-6., 2018.

<sup>20</sup> Liu J, Kurepa D, Feletti F, et al. International Expert Consensus and Recommendations for Neonatal Pneumothorax Ultrasound Diagnosis and Ultrasound-guided Thoracentesis Procedure. *J Vis Exp.* 2020;(157):10.3791/60836. Published 2020 Mar 12. doi:10.3791/60836

- 
- <sup>21</sup> Wang LS, Wang HY, Zhou WH. Mid-term follow-up of neonatal pleural effusion. *Indian Pediatr.* 2014;51(6):487-489.
- <sup>22</sup> Shih YT, Su PH, Chen JY, Lee IC, Hu JM, Chang HP. Common etiologies of neonatal pleural effusion. *Pediatr Neonatol.* 2011;52(5):251-255.
- <sup>23</sup> Woods PL. Utility of lung ultrasound scanning in neonatology. *Arch Dis Child Epub* 2018;0:1-7.
- <sup>24</sup> Ibarra-Ríos D, Serpa-Maldonado EV, Mantilla-Uresti JG, et al. A Modified Sonographic Algorithm for Image Acquisition in Life-Threatening Emergencies in the Critically Ill Newborn. *J Vis Exp.* 2023;(194):10.3791/64931. Published 2023 Apr 7. doi:10.3791/64931
- <sup>25</sup> Rehan VK, Laiprasert J, Wallach M, Rubin LP, McCool FD. Diaphragm dimensions of the healthy preterm infant. *Pediatrics.* 2001;108(5):E91. doi:10.1542/peds.108.5.e91
- <sup>26</sup> El-Halaby H, Abdel-Hady H, Alsawah G, Abdelrahman A, El-Tahan H. Sonographic Evaluation of Diaphragmatic Excursion and Thickness in Healthy Infants and Children. *J Ultrasound Med.* 2016;35(1):167-175. doi:10.7863/ultra.15.01082
- <sup>27</sup> López Maure E. *Radiología Neonatal. 1ª Edición. Ediciones Journal 2019. ISBN 978-987-4922-17-5*
- <sup>28</sup> Mosalli R. Clinical Profile and Outcome of Neonatal Pneumothorax: Seven Years of Experience in a Tertiary Care Center. *Cureus.* 2023 Apr 15;15(4):e37625. doi: 10.7759/cureus.37625. PMID: 37200634; PMCID: PMC10185488.
- <sup>29</sup> Barbosa, M., Rocha, G., Flôr-de-Lima F., & Guimarães H. (2015). Neonatal pleural effusions in a Level III Neonatal Intensive Care Unit. *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine (JPNIM)*, 4(1), e040123. <https://doi.org/10.7363/040123>
- <sup>30</sup> Pierro M, Chioma R, Ciarmoli E, Villani P, Storti E, Copetti R. Lung ultrasound guided pulmonary recruitment during mechanical ventilation in neonates: A case series. *J Neonatal Perinatal Med.* 2022;15(2):357-365. doi:10.3233/NPM-210722
- <sup>31</sup> Chioma R, Amabili L, Ciarmoli E, et al. The importance of lung recruitability: A novel ultrasound pattern to guide lung recruitment in neonates. *J Neonatal Perinatal Med.* 2022;15(4):767-776. doi:10.3233/NPM-221088