



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

**Hallazgos por ultrasonido pulmonar y escala  
semicuantitativa en neumonía viral neonatal  
diagnosticada por PCR.**

**TESIS**

ESPECIALISTA EN:

**PEDIATRÍA**

**PRESENTA**

Dra. Ivonne Sandoval Flores

**TUTORES**

Dr. Daniel Ibarra Ríos

Dr. Horacio Márquez González



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).

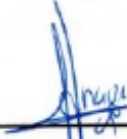
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

HOJA DE FIRMAS



---

**Dr. Daniel Ibarra Rios**  
**Neonatólogo Pediatra**



---

**Dr. Horacio Marquez Gonzalez**  
**Cardiologo Pediatra**  
**Departamento de Investigacion Clinica**

---

**Dr. Sarbelio Moreno Espinosa**  
**Director de Ensenanza y Desarrollo Academico**

## DEDICATORIAS

A mi Madre quien desde lejos apoya a mis decisiones, con sus consejos de mama, sus enseñanzas, desde caminar, correr, leer, hablar, saber estudiar, sus valores soy la persona que soy ahora y que cada que me caigo 100 veces me levanta 200 más.

Mi padre, Mi bigotes, mis logros siempre son tuyos y aun con tu corazón roto por dejarme ir se hace grande con cada una de mis metas cumplidas. Gracias por tanto siempre y por tu forma de hacerme siempre mi chai, mi café, mi carnita asada .

Mi gordita con sus 4 patitas que huelen a quesito siempre estuvieron acompañándome en este largo camino de la medicina.

Mis tías que desde lejos y desde otro país jamás dejan de creer en mí, aun cuando yo dejo de creer en mí.

Mi tutor, Dr. Ibarra, Gracias por su paciencia por sus conocimientos transmitidos por su apoyo, siendo una persona tan ocupada, aportar grandes enseñanzas a mi carrera y a mi vida.

A mis niños y mis bebes quienes son los que permitieron este trabajo y quienes dentro de sus cunitas se convierten en grandes en grandes guerreros y tienen mi admiración todos los días porque todo lo que hago es por ellos y para ellos y que espero este trabajo pueda servir y aportar conocimientos y beneficio y mejoría para su diagnóstico y tratamiento.

Mi Hospital HIMFG quien me recibió como MIP hace 4 anos y ya me despide como pediatra, gracias por la oportunidad de darme tanto y espero poder ofrecerle al mundo mucho más.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>4</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TÉORICO</b> .....	<b>8</b>
<b>ULTRASONIDO PULMONAR</b> .....	<b>9</b>
<b>ESCALAS SEMICUANTITATIVAS</b> .....	<b>13</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>14</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
<b>DISEÑO DE ESTUDIO:</b> .....	<b>18</b>
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>19</b>
<b>DEFINICION OPERATIVA DE VARIABLES DE INTERES</b> .....	<b>20</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>DISCUSION</b> .....	<b>28</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>31</b>
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	<b>32</b>
<b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b> .....	<b>33</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>34</b>

## ANTECEDENTES

La neumonía es una de las principales causas de hospitalización y generadoras de estancia prolongada en UCIN. Para la diferenciación de una neumonía viral contra una bacteriana se requiere de aislamiento por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés) viral; sin embargo, no en todos los lugares se cuenta con los medios para su toma. La tasa de aislamiento bacteriano en hemocultivo es baja. Por otro lado, interpretar los cambios radiográficos en pacientes con enfermedad pulmonar subyacente y con ventilación mecánica puede ser un desafío y las comorbilidades como la Displasia Broncopulmonar (DBP), por lo que se han explorado otras modalidades de imagen a la cama del paciente como el ultrasonido.

El papel que juegan los virus respiratorios (virus sincicial respiratorio, influenza, parainfluenza, adenovirus y metaneumovirus) se relaciona principalmente con eventos estacionales de neumonía neonatal tardía y en ocasiones con brotes en los cuneros, contagiados por los cuidadores (personal médico, enfermería, etc). La presencia de apnea puede ser la única presentación de neumonía neonatal de origen viral.

En el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG) se estudió una cohorte de 4326 pacientes seguidos por 42,568 días paciente y 5,150 días ventilador. 88 pacientes (2.03% cumplieron con criterios para NACS de estos 63 se tamizaron para búsqueda de virus respiratorios. Se detectó por lo menos un virus en 63% de los pacientes con un solo virus en 53.9% y coinfección con 2 virus en 11.1%. La mitad de los pacientes requirió ventilación mecánica y un 10% falleció lo que refleja la importancia de considerar a los virus en este tipo de infecciones<sup>1</sup>.

Existe un estudio realizado en niños menores de 12 años donde se realizó ultrasonido pulmonar (UP) en pacientes que cumplían diagnósticos de neumonía bacteriana con aislamiento y neumonía viral con su respectiva PCR y compararon

posteriormente las imágenes encontrando una sensibilidad del 91% y especificidad del 91.3% para diagnosticar neumonía bacteriana y 79% de sensibilidad con 90.4% de especificidad de para diagnosticar neumonía viral por lo que funciona como una herramienta el uso racional de antibioticoterapia<sup>2</sup>.

Existen pocos estudios en neonatos utilizando UP para diagnóstico y seguimiento de infecciones virales. Se describen series de casos entre ellas con virus sincitial respiratorio (VSR) describiendo en el UP engrosamiento e irregularidades de la línea pleural, pequeñas consolidaciones y patrón alveolar intersticial de Líneas-B<sup>3</sup>. Estos hallazgos son indistinguibles de otros virus (influenza, sarampión, metaneumovirus, etc<sup>4</sup>.

Ibarra-Ríos y colaboradores encontraron en 32 pacientes con PCR positiva para SARS-CoV-2 una línea pleural irregular en 88%, patrón intersticial de Líneas-B en un 90%, Líneas-B compactas 65%, Consolidaciones pequeñas ( $\leq 5$  mm) 34% y consolidaciones extensas ( $\geq 5$  mm) 37%. Las consolidaciones mostraron un predominio posterior (70%)<sup>5</sup>. Se utilizó una escala semicuantitativa (ESC) que correlacionó con el grado de severidad y soporte respiratorio.

Recientemente Öktem y colaboradores<sup>6</sup> describieron el uso del UP para diagnóstico y seguimiento de neumonías virales encontrando anomalías de la línea pleural, Líneas-B, broncograma aéreo y áreas de consolidación que mejoraban al hacer controles previos al egreso junto con la clínica.

## MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN

La neumonía es una enfermedad común que continúa siendo la principal causa de muerte en pediatría en países en desarrollo<sup>7</sup>. La neumonía puede definirse como una lesión inflamatoria pulmonar en respuesta a la llegada de microorganismos a la vía aérea distal y parénquima

### EPIDEMIOLOGIA

Se estima que los virus son responsables del 30%-50% en población pediátrica de manera general y, dependiendo de la serie, pueden llegar a ser el principal agente etiológico. Se han definido al menos 26 virus asociados con la etiología de neumonía<sup>8</sup>. Por otro lado, en la población neonatal la incidencia se encuentra muy influenciada por la edad gestacional y el desarrollo económico, en caso de países en vías de desarrollo se presenta una incidencia de hasta 80% en lactantes en temporada de inviernos sin embargo no se encuentra con cifras exactas o reportes en población neonatal<sup>9</sup>.

### ETIOLOGÍA

Debido a la mejora en las técnicas de detección viral desde la inmunofluorescencia hasta la reacción de polimerasa en cadena (PCR). El VSR corresponde al 50-70 de los casos afectados, este es un Paramixovirus y tiene 2 subtipos A y B, siendo el tipo A el que se relaciona con mayor frecuencia a cuadros graves. Dentro de sus factores de virulencia esta el factor S, responsable de la formación de sincitio. La excreción viral en promedio dura 7 días, pero puede prolongarse hasta 21 días. La infección previa genera anticuerpos séricos, pero sólo brinda protección parcial. Los niveles elevados de anticuerpos maternos se asocian a menores tasas de infección en los neonatos<sup>10</sup>. Por otro lado se tiene la Influenza de la familia Orthomyxoviridae, los serotipos A y B son los estacionales, H1N1O9 asociados a pandemias, H5 N1 (Influenza aviar) casos asociados a contacto con aves y H3N2. Provocan casos de neumonía grave en < de 2 años o con factores de



riesgo<sup>11</sup>. Los rinovirus son virus ARN y miembros de la familia Picornavirus, existen más de 100 serotipos, se asocia a resfriado común, pero es la segunda causa más común de bronquiolitis y causa neumonía grave en pacientes susceptibles con DBP como muchos pacientes hospitalizados en UCIN y asmáticos<sup>12</sup>. Parainfluenza de la familia Paramyxoviridae, se describe serotipo (1-4). Afectan principalmente a las vías aéreas superiores, causando laringitis o CROUP (tipo 1), otitis aguda. Pueden afectar vías aéreas inferiores en el lactante, o exacerbaciones en asmáticos. Causan cuadros menos severos, requiriendo menos hospitalizaciones. Los coronavirus se caracteriza por fiebre > 38°C, tos seca, disnea, hipoxemia, neumonía de rápida progresión, falla renal, leucopenia o linfopenia y aumento de las enzimas hepáticas.

En neonatos los factores que más se asocian son el menor peso al nacimiento, la edad gestacional, intubación en sala de partos, existencia de distrés respiratorio e hiperbilirrubinemia<sup>13</sup>.

## TRATAMIENTO

De manera general no existe tratamiento específico para el tratamiento de la neumonía viral, sin embargo requiere de un manejo multidisciplinario para apoyo como son la hidratación, la adecuada posición de la cama, nutrición del paciente manteniendo metas acordes al paciente, soporte ventilatorio ajustando la FiO<sub>2</sub> según la oximetría de pulso y por ultimo los antivirales que han tratado de demostrar eficacia sin beneficio alguno. Con respecto a los inhibidores de la Neuraminidasa para el tratamiento de la Influenza (Oseltamivir), son útiles en las primeras 24-72 horas, reduciendo la morbi-mortalidad en adultos, efecto que no es tan claro en pacientes pediátrico

## ULTRASONIDO PULMONAR

El ultrasonido es una herramienta que permite una valoración inmediata en la cama de los pacientes, así como su repetición continua sin radiación y su fácil realización.

En el paso para el diagnóstico de las enfermedades pulmonares neonatales siempre se usaba radiografía simple de tórax o tomografía axial computarizada (TAC). Debido a que al utilizar el ultrasonido en el pulmón se obtienen artefactos/ruido y “errores” que por mucho tiempo se creyó que era una zona donde se consideró poco factible para su uso más adelante, estos artefactos se fueron estudiando y se vio que no eran algún error del estudio, si no que nos indicaban que su presencia o ausencia significaban salud o enfermedad.

En ultrasonografía convencional como por ejemplo el ecocardiograma, las ondas ultrasónicas se usan para generar una representación anatómica exacta del órgano que se está estudiando, y en el caso del ultrasonido pulmonar se basa en “artefactos”, estos son generados por las diferencias acústicas entre el aire y el líquido de tórax . Una onda ultrasonográfica se refiere a la que tiene un rango más allá de la audición humana (20 000Hz) , generada por un cristal piezoeléctrico en el transductor y que actúa como transmisor y receptor de ondas . El transductor está formado por varios cristales de cuarzo (cristales piezoeléctricos), en el caso de los transductores lineales. El equipo aplica un voltaje eléctrico, el cual va a hacer que el cristal se deforme para generar una onda de presión. Mediante el reflejo y retorno de estas ondas el cristal se deforma nuevamente, las deformaciones que vemos se convierten en imágenes. La intensidad de la escala de grises está determinada por la intensidad de la señal que regresa con cada eco correspondiendo a un punto en la pantalla, los ecos que regresen con más fuerza los veremos hiperecoicos y los ecos más débiles hipoecoicos.

Existe algo llamado impedancia que es la pérdida de la energía del ultrasonido, va a estar dada por que tan bien se va dando la imagen en el ultrasonido como son agua y tejidos. La calidad de la imagen la va a determinar las frecuencias de onda que utilice el aparato. Los transductores utilizan de 2 a 12MHz, la longitud de onda es la distancia en que una onda viaja en un ciclo único. Esta va a ser inversamente proporcional a la frecuencia. Quiere decir que altas frecuencias (baja longitud de

onda) dan imágenes con alta resolución, pero estas ondas pierden energía más rápido y tienen menos manera de penetrar distancias profundas; bajas frecuencias utilizan menos energía y generan menos ondas con menor resolución, pero al perder energía menos rápida permite mayor penetración.

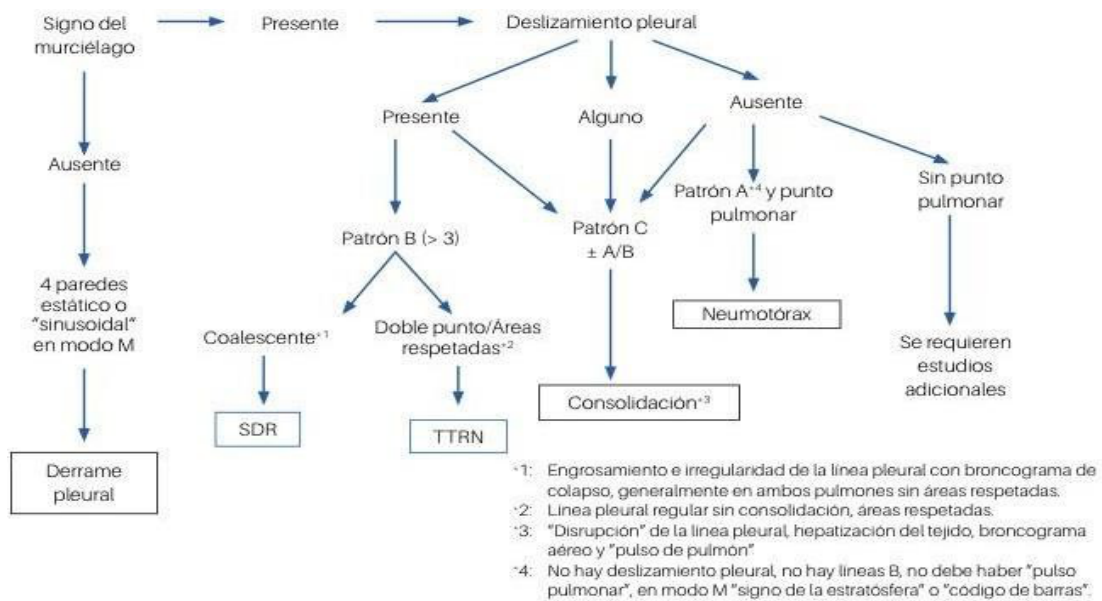
Los transductores cuentan con una marca que corresponde a un marcador que va a estar a la derecha de la pantalla para poder diferenciar izquierda y derecha, en cortes longitudinales la derecha la veremos hacia la cabeza del paciente e izquierda hacia los pies del paciente. En cortes transversales anteriores la marca debe dirigirse a la derecha del paciente, en los posteriores hacia la izquierda.

En el UP se utiliza la imagen en 2D (conocido como modo B) y el modo M (modo en Movimiento). El modo M, analiza cualitativa y cuantitativamente el movimiento de la estructura examinada, el brillo de cada línea es producido de acuerdo con la amplitud de los ecos recibidos en una sola dirección. Cualquier movimiento a lo largo del camino del rayo presentará un desplazamiento horizontal en la pantalla en las líneas consecutivas representándolo contra el tiempo.

Para realizar el UP en neonatos o en RN prematuros lo ideal es usar un transductor lineal de alta frecuencia (10 MHz o superior), el cual proporciona una alta resolución y poca penetración. La ventaja que tiene esta técnica es su simplicidad sin que se necesiten filtros complicados, por lo que la mayoría de los equipos pueden ser usados en la UCIN.

El UP pulmonar se ha utilizado frecuentemente para el diagnóstico de neumonía bacteriana en neonatos; existe una amplia variedad de hallazgos de imagen que podemos encontrar dependiendo de la fase de evolución por ejemplo: consolidación con broncograma aéreo dinámico o fluido (característica más común), Líneas-B confluentes focales, y áreas hepatizadas. <sup>14</sup> Liechtenstein y colaboradores <sup>15</sup> , diferenció la consolidación de la atelectasia al verificar la existencia de una

broncograma aéreo dinámico positivo con progresión centrífuga de la señal aérea en inspiración, lo que sugiere consolidación alveolar en lugar de oclusión bronquial con posterior colapso pulmonar y atelectasia (especificidad del 94%, valor predictivo positivo del 97%, sensibilidad del 61% y valor predictivo negativo del 43%). En la **Figura 1** podemos ver el algoritmo básico modificado del Protocolo BIUE que se utiliza para diferenciar diferentes patologías neonatales.



**Figura 1.** Algoritmo básico para el diagnóstico diferencial de patología neonatal pulmonar mediante el uso de ultrasonido Tomado de: 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

Lovrenski y colaboradores<sup>16</sup> encontraron que el uso de ultrasonido permitía la disminución del uso de tomografías computarizadas de tórax y de radiografías en etapas tempranas de evolución, además de ser aún más precisa en comparación con la auscultación en consolidaciones menores de 30 mm.

En el caso de los neonatos se pudieran ver beneficiados con el uso de éste ya que presentan como signo clínico la taquipnea que pudiera ser atribuido a otras causas. Además de los aspectos más valiosos es la utilidad del seguimiento del curso de la enfermedad sin exposición innecesaria a la radiación. Actualmente el UP se ha

convertido en una herramienta útil en la UCIN con lo que se ha logrado obtener una gran variedad de diagnósticos diferenciales, tales como síndrome de dificultad respiratoria, taquipnea transitoria del recién nacido, síndrome de aspiración de mecánico, neumonía, hemorragia pulmonar, neumotórax y displasia broncopulmonar.

Una de las mayores ventajas de la ecografía pulmonar es su disponibilidad, ya que es más fácil llevar un dispositivo ecográfico a los pacientes, así como no requerir de una alta tecnología y de no requerir trasladar o mover el paciente de su lugar, además en neonatología nos permite realizar un seguimiento dinámico de los cambios de condición pulmonar, así como la toma de decisiones en un grupo que es tan vulnerable. Sin embargo, actualmente no es una herramienta de imagen autosuficiente y no excluye el uso de otros equipos diagnósticos tales como tomografía y radiografía de tórax, pero ayuda a reducir la exposición a radiación excesiva.

## ESCALAS SEMICUANTITATIVAS

Una Escala Semicuantitativa (ESC) consiste en asignar un puntaje generalmente de 0 a 3 siendo 0 un pulmón bien aireado, 1 síndrome intersticial (más de 2 Líneas- B por campo analizado), 2 edema intersticial y alveolar (pulmón blanco) y 3 un pulmón consolidado explorando diferentes regiones del tórax. Un mayor puntaje implica una menor aireación. Estas escalas se han validado contra índices de oxigenación <sup>17</sup> (aumenta la escala conforme empeoran los índices) y contra imágenes por tomografía computada (densidad del tejido)<sup>18</sup>.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El diagnóstico de neumonía en pacientes pediátricos y principalmente en neonatos se basa con criterios clínicos y radiológicos (uso de radiografía de tórax), sin embargo, el estudio de imagen expone a radiación y puede ofrecer falsos negativos. Existen pocos estudios describiendo las características del UP en la neumonía viral. Una ESC puede ser útil para establecer la gravedad de la enfermedad.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la utilidad del UP como herramienta de diagnóstico alternativa para el diagnóstico de neumonía viral en neonatos?

¿Es útil una ESC para establecer la gravedad de la enfermedad?

## **JUSTIFICACIÓN**

La definición de Neumonía viral en neonatos actualmente no se encuentra en un consenso internacional, por lo que se emplea su definición y criterios empleados en adultos. Sin embargo, requieren cambios en radiografía que llegan a ser complicados de identificar en pacientes con enfermedad subyacentes, uso de ventilación mecánica y otras comorbilidades e incluso la técnica de la toma que en este grupo de pacientes puede no presentar las mismas alteraciones. El UP puede representar una nueva técnica para su diagnóstico y emplear menos radiación, mayor practicidad y menor manipulación del paciente .

## **HIPÓTESIS**

El UP va a ser útil para encontrar hallazgos descritos en la literatura, el uso de una ESC será útil para describir la gravedad de la enfermedad.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo general

- Determinar la utilidad del UP para el diagnóstico de neumonía viral en neonatos.

### Objetivos específicos

- Describir hallazgos ultrasonográficos en pacientes con neumonía viral
- Describir hallazgos clínicos y ecocardiográficos
- Establecer el desempeño de una ESC.

## METODOLOGÍA

Se realizó un UP tras el diagnóstico de infección viral por PCR 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 portátil protegido por funda (Konted™, Beijing China, Lineal 10.0MHz), explorando 10 regiones (superior e inferior anterior, lateral y posterior superior e inferior derecha e izquierda).

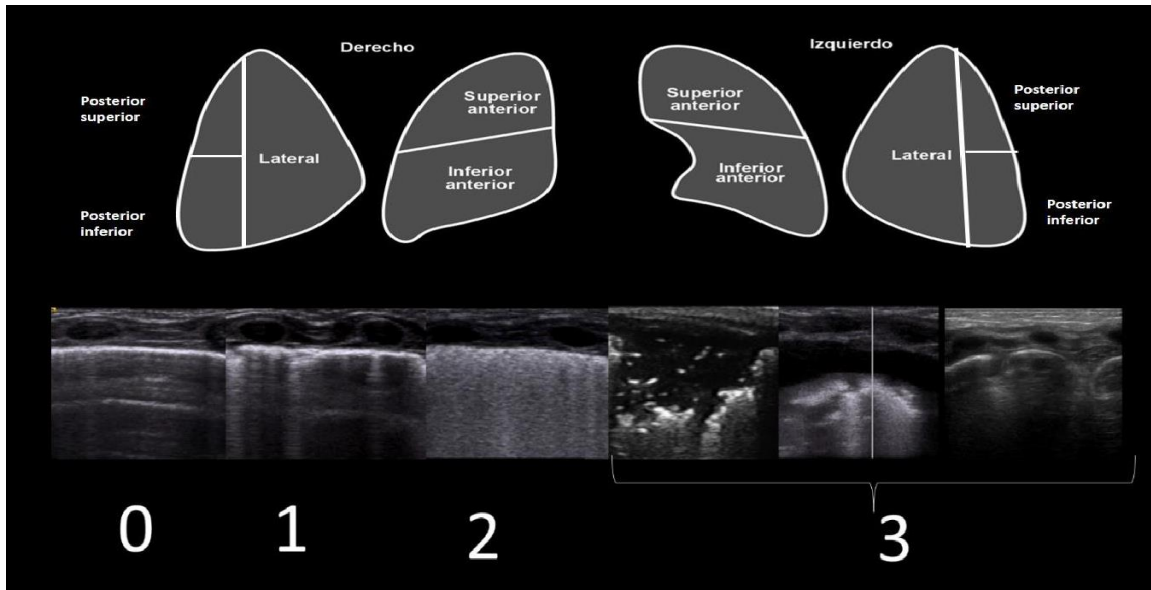
Cada hemitórax es dividido en 6 zonas nombradas como:

- a) Anterior la cual se encuentra entre la línea paraesternal y la línea axilar anterior.
- b) Posterior: entre la línea axilar posterior y la línea paraesternal, cada una de estas zonas es dividida en zona superior e inferior.
- c) Lateral: se encuentra entre la línea axilar anterior y posterior.

Se calculó una ESC de la siguiente manera: 0 indica patrón-A (definido por la presencia de líneas-A, con adecuado deslizamiento pleural y sin líneas B o máximo 2; 1, patrón B (definido por la presencia de  $\geq 3$  líneas-B espaciadas); 2, patrón-B severo (definido por la presencia de líneas-B hacinadas y fusionadas con o sin consolidaciones limitadas al espacio subpleural); y 3, consolidación extendida, derrame pleural o asas intestinales (ausencia de pulmón). Una mayor escala indica una peor aireación con un máximo de 30. Ver Figura 2.



Se extrajeron los datos clínicos y laboratorios del expediente. Los hallazgos ecocardiográficos de la Consulta Hemodinámica se extrajeron del expediente clínico.



**Figura 2. Áreas exploradas y Escala Semicuantitativa.** 0 indica patrón-A (definido por la presencia de líneas-A, con adecuado deslizamiento pleural y sin líneas B o máximo 2; 1, patrón B (definido por la presencia de  $\geq 3$  líneas-B espaciadas); 2, patrón-B severo (definido por la presencia de líneas-B hacinadas y fusionadas con o sin consolidaciones limitadas al espacio subpleural); y 3, consolidación extendida, derrame pleural o asas intestinales (ausencia de pulmón)

## DISEÑO DE ESTUDIO:

OBSERVACIONAL, Analítico, Retrospectivo

PERIODO: 1 de enero del 2018 al 1 de mayo del 2023

POBLACIÓN : Pacientes neonatos de la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital infantil de México.

## MUESTREO

Por conveniencia de casos consecutivos

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Pacientes de ambos sexos menores a 28 días de vida extrauterina de Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital infantil de México con diagnóstico de Neumonía viral corroborada por panel viral.

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Todos los pacientes de Unidad de Cuidados intensivos Neonatales del Hospital Infantil de México con diagnóstico de neumonía sin panel viral.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Los datos se ingresaron prospectivamente en Excel (Microsoft Office 365) y se analizaron usando SPSS (Statistics for Windows, versión 21.0). Se realizó estadística descriptiva de las variables demográficas.

La relación entre la ESC, el modo de soporte ventilatorio y supervivientes vs no supervivientes se analizó con la prueba U de Mann Whitney. La correlación entre el  $FiO_2$  necesaria al momento del estudio inicial y la Escala Semicuantitativa se analizó con la prueba de Spearman.

## DEFINICION OPERATIVA DE VARIABLES DE INTERES

Variable	Definición operativa	Escala de medición	Tipo de variable
Sexo	Femenino o masculino	Femenio o masculino	Nominal
Edad gestacional	Edad al nacimiento por Fecha de ultima regla de la madre si es confiable o por Capurro	Escala numerica	Nominal
Edad Materna	Edad de la madre al nacimiento del neonato	Escala numerica	nominal
Edad corregida	Edad desde el nacimiento hasta el momento de la recolección de datos	Escala numerica	Nominal
Paciente Término o Pretermino	Definiendo al paciente de Término al que nace < 37 o SDGS y termino al que sea mayor a 37 semanas de gestación.	termino	Nominal
Resultado de panel viral	Virus aislado por Panel Viral	Nombrar el virus	Nominal
Taquicardia	4. Criterios de imagen: infiltrado nuevo, cavitacion, derrame pleural, neumatocele)  Frecuencia elevada del corazon por arriba del percentil 90 para la edad por aumento del automatismo del nodo sinusal	Si, no	Nominal
Bradycardia	Alteracion del ritmo cardiaco con frecuencias cardiacas por debajo del percentil 5 para la edad	Si, no	Nominal
Taquipnea	Frecuencia elevada por arriba del percentil 90 para la edad de la frecuencia respiratoria	Si, no	Nominal

Bradipnea	Frecuencia disminuida por abajo del percentil 5 para la edad de la frecuencia respiratoria	Si, no	Nominal
Estado Choque	síndrome agudo de disfunción circulatoria, caracterizado por síntomas y signos de hipoperfusión tisular generalizada, se produce primero una alteración difusa del metabolismo de celular y, posteriormente, disfunción generalizada de órganos vitales	Si, no	Nominal
PCR	Es una proteína que se produce en el Hígado , aumenta cuando existe una enfermedad o reacción inflamatoria, es un reactante de fase aguda , los valores normales en un RN es 10mg/L		Nominal
Leucopenia		Si, no	Nominal
Leucocitosis		Si, no	Nominal
Aislamiento microbiológico	Cultivos con resultado positivo	Si, no	Nominal
Hemocultivo	Cultivos de sangre periférica	Si, no	Nominal
USG Pulmonar		Si, no	
	Grandes Consolidaciones	Si, no	Nominal
	Líneas B confluentes focales	Si, no	Nominal
	Consolidaciones bilaterales	Si, no	Nominal
	Múltiples consolidaciones	Si, no	Nominal
	Pequeñas consolidaciones	Si, no	Nominal
	Timo	Si, no	Nominal
	Áreas hipocógenas pleurales sin broncograma aéreo	Si, no	Nominal

## RESULTADOS

De enero del 2018 a febrero del 2022 se valoraron 44 pacientes con panel viral respiratorio positivo y cuadro clínico de neumonía. Los pacientes valorados tuvieron una edad [mediana (RIC)] de 37 (32, 38) semanas de gestación (SDG), con una edad corregida al momento del estudio de 38 (36, 41) SDG y un peso de 2555 (1636, 3005) gramos. Se valoraron 34 pacientes con SARS-CoV-2, cuatro con VSR, tres con Influenza y tres con Rinovirus. Los pacientes se agruparon con diagnóstico de trabajo de término con dificultad respiratoria 41%, Prematuros 27%, Quirúrgicos 18%, Ex prematuros con DBP establecida 7%, Cardiopatas 5%, Hernia diafragmática 2%. (Tabla 1)

Variables demograficas	
Femenino	22 (50%)
Masculino	23 (50%)
Cuadro Clinico	
Fiebre	12 (27.3%)
Rinorrea	12 (27.3%)
Conjuntivitis	8 (18.2%)
Dificultad Respiratoria	24 (54.2%)
Vomito	6 (13.6%)
Pobre succion	9 (20.5%)
Diarrea	2 (4.5%)
Letargia	5 (11.4%)
Cianosis	19 (43.2%)
Apneas	15 (34.1%)
Crisis Convulsivas	4 (9.1)
Taquicardia	22 (50%)
Taquipnea	30 (68.2%)
Hipotension	8 (18.2%)
Nacimiento	
Parto vaginal	30 (68.2%)
Parto por Cesarea	14 (38.2%)
Renanimacion basica	29 (66%)
Renanimacion avanzada	15 (44%)
Asfixia perinatal	9 (20%)
Uso de surfactante	14 (38.2%)
Tipo de paciente	
Termino	18 (41%)
Pretermino	12 (27%)
Post Operados	8 (17%)
Displasia Broncopulmonar	3 (7%)
Cardiopatas	2 (5%)
Hernia diafragmatica	1 (2%)

Tabla 1. Resultados Demográficos ,

La transmisión se clasificó como probablemente congénito en 2 pacientes (SARS-CoV-2) [4.5%], posiblemente intraparto en 2 pacientes (SARS-CoV-2) [4.5%], 16 adquiridos en la comunidad [36%] y 24 de transmisión intrahospitalaria [55%] (13 en el HIMFG y 11 en el hospital de origen).

La sintomatología consistió universalmente en la aparición de dificultad respiratoria (55%) o empeoramiento de esta (36%). En 4 (9%) pacientes no existió ninguna sintomatología y se analizaron para SARS-CoV-2 en el contexto de la pandemia por haber sido contactos. Un 34% presentó apneas, 27% fiebre, 20% vómitos, 14% pobre succión, 12% letargia y 9% crisis convulsivas. Se documentó taquipnea sostenida en 68%, taquicardia en 50% e hipotensión en 18%. La biometría hemática reportó una Hb de 14 (11.9, 16) con 11500 (9300, 15100 leucocitos), 4860 (2800, 8555) linfocitos y 269000 (140000, 358000) plaquetas. Los pacientes se evaluaron en ventilación mecánica en un 52%, CPAP 9%, con oxígeno con cánula nasal en 21% y con oxígeno intermitente/sin oxígeno en 18%. (Tabla 2)

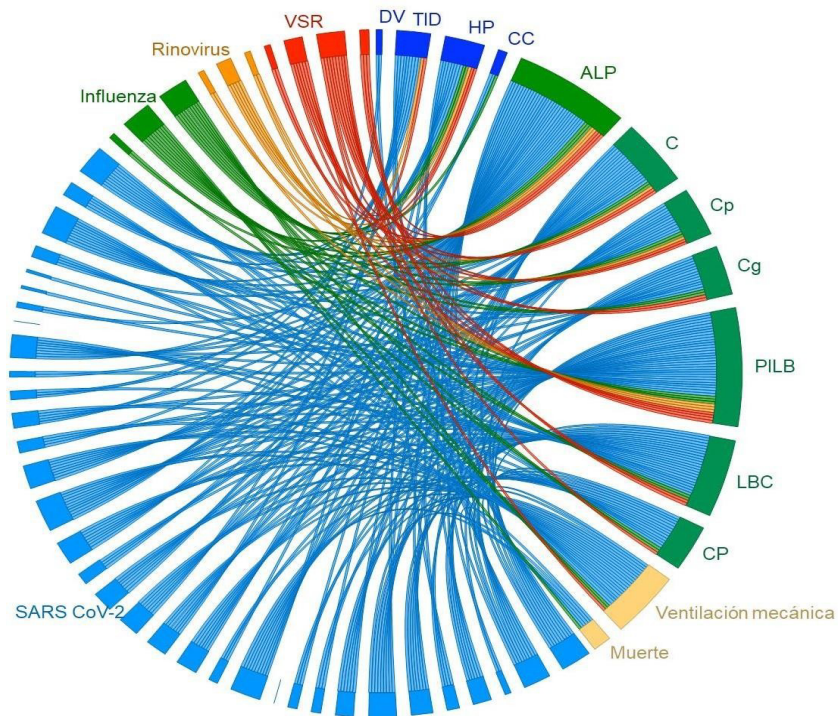
El patrón encontrado en el UP fue un patrón intersticial neumogénico de Líneas-B en un 93%, alteraciones en la Línea Pleural (engrosada, interrumpida) en un 86%, Líneas-B coalescentes en un 61% y consolidaciones en un 52% (38% con consolidaciones grandes). 69% de las consolidaciones fueron posteriores, 30% presentaron hipertensión pulmonar en la valoración ecocardiográfica y 4.5% disfunción bi-ventricular. Se encontró un timo agrandado en 11 pacientes (9 SARS-CoV-2, un rinovirus y un VSR) con un área de 3.8 (3.2, 4.6 cm), diámetro transversal de 2.4 (2.1, 2.8) e índice tímico de 8.68 (7.98, 9.99). Todos los pacientes con el timo incrementado en dimensiones sobrevivieron.

Historia Clínica	
Edad a la valoración (SDG)	36-41.6 (38)
Edad Materna (Años)	21-31 (25)
Peso al estudio (gr)	2800 (2123-3170)
Peso Al nacimiento (gr)	2555 (1636-3005)
Edad Gestacional	37 (32-38)
Resultados de laboratorio	
Hb	14 (11.9-16)
Leucocitos (totales)	11500 (9300-15100)
Linfocitos (totales)	4860 (3423-6422)
Neutrófilos (totales)	4680 (2800-8555)
Plaquetas	269000 (140000-358000)
ALT	52 (32-67)
TP	15.4 (12.1-18.6)
TPT	31.2 (27.7-42.8)
INR	1.35 (1.05-1.67)
Valoración ventilatoria	
FiO2	21 (21-23)
Diamtranstim	2.6 (2.1-28)
Areatim	4.6 (3.1-4.7)

*Tabla 2. Resultados de variables cuantitativas, Gr, gramos .SDG Semanas de gestación, ALT, alanina aminotransferasa, TP, tiempo de protombina, TPT tiempo parcial de tromboplastina, INR, índice internacional normalizado.*

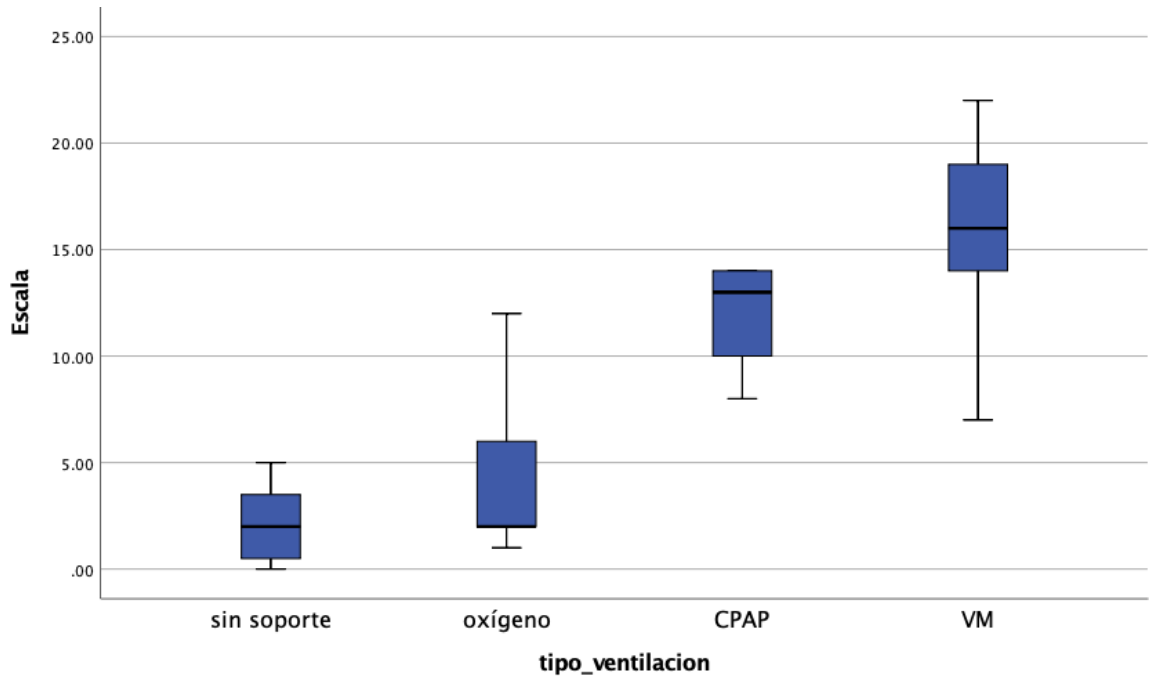


La **Figura 3** muestra el espectro de hallazgos encontrados en la exploración cardiopulmonar por ultrasonido.



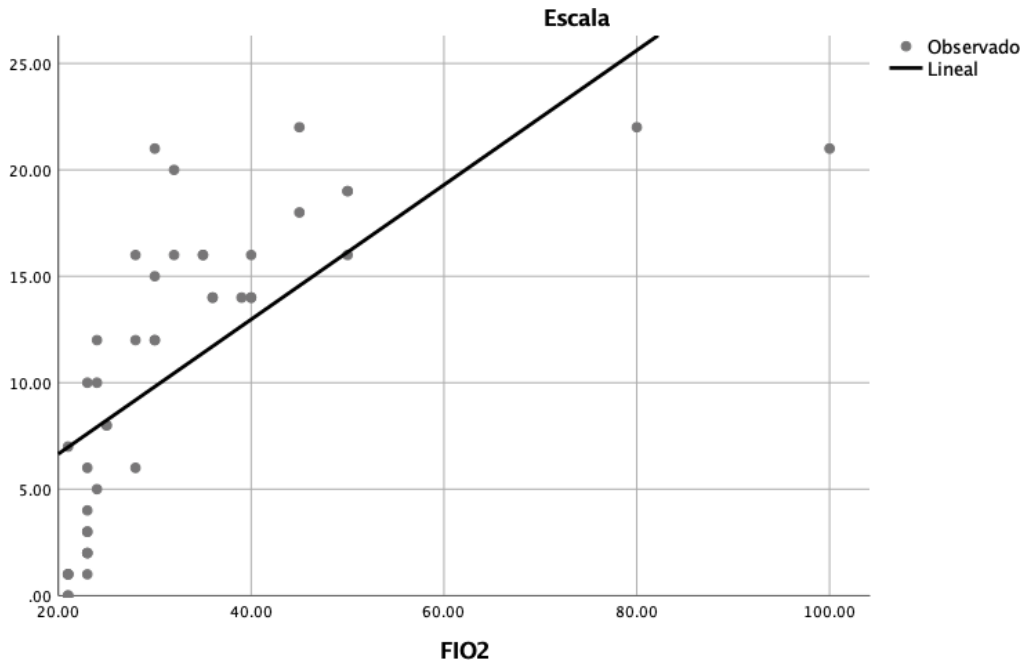
**Figura 3.** Espectro de hallazgos ultrasonográficos en la valoración ecocardiográfica y por UP- DV: disfunción ventricular, TID: Timo incrementado de dimensiones, HP: hipertensión pulmonar, CC: Cardiopatía congénita, ALP: Alteración en la Línea Pleural, C: Consolidaciones, Cp: Consolidaciones pequeñas, Cg: Consolidaciones grandes, PILB. Patrón Intersticial de Líneas-B, LBC: Líneas-B Coalescentes, CP: Consolidaciones posteriores exclusivas.

Se demostró diferencia significativa entre grupos de soporte ventilatorio con la ESC calculada (U de Mann-Whitney,  $p=0.05$ ). **Figura 4.**



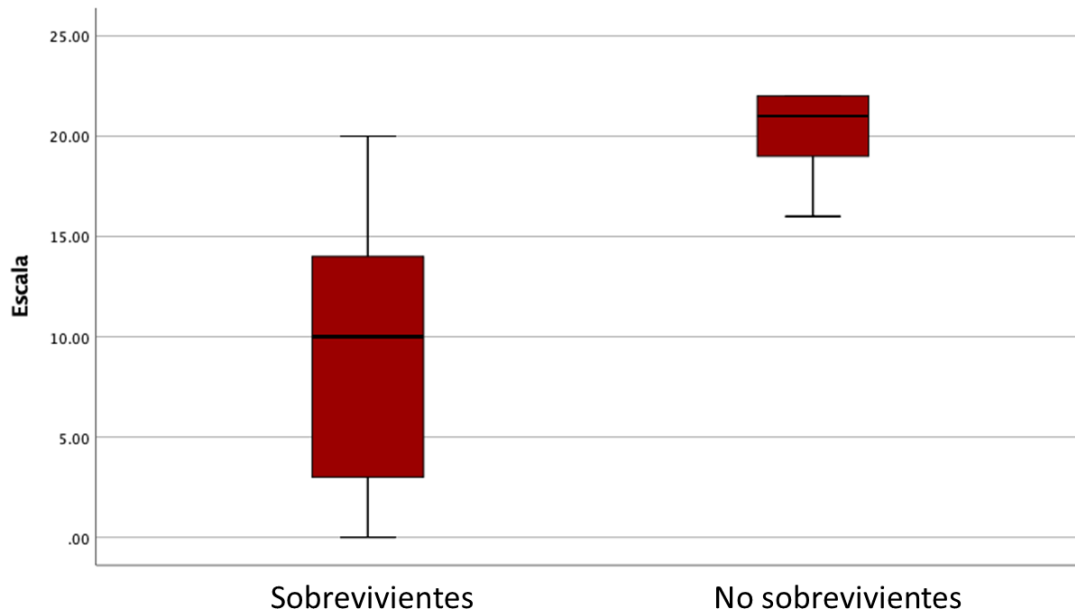
**Figura 4.** Grado de soporte respiratorio y ESC calculada.

Se encontró una correlación positiva entre la Escala Semicuantitativa y la  $FiO_2$  requerida en el estudio ( $R^2=0.49$ , Spearman,  $p < 0.0001$ ). Ver **Figura 5**.



**Figura 5.** Correlación entre la FiO<sub>2</sub> requerida y la ESC calculada en la valoración.

Hubo 6 defunciones (14%) todas en pacientes con comorbilidades y ninguna directamente relacionada con la infección viral. Todos los pacientes que fallecieron tuvieron hipertensión pulmonar en la valoración. Se encontró una diferencia de rango de la ESC entre sobrevivientes y no sobrevivientes. **Figura 6.**



**Figura 6.** Diferencia entre la ESC de los pacientes sobrevivientes y no sobrevivientes.

## DISCUSION

El UP mostró ser una herramienta de gran utilidad para orientación diagnóstica de manera rápida y sin radiación ionizante. Los hallazgos encontrados son similares a los reportados en la literatura<sup>3-6</sup>, siendo el patrón más frecuente el intersticial de Líneas-B con alteraciones en la línea pleural y la mitad con la presencia de consolidaciones.

La neumonía es una causa importante de morbilidad y mortalidad en la UCIN, por lo que es necesario realizar una rápida sospecha diagnóstica para iniciar tratamiento apropiado, sin embargo, los criterios clínicos y de imagen por radiología convencional son inespecíficos y poco útiles para establecer el grado de severidad.

Nuestro estudio usó una ESC que consiste en asignar un puntaje generalmente de 0 a 3 siendo 0 un pulmón bien aireado, 1 síndrome intersticial (más de 2 líneas B por campo analizado), 2 edema intersticial y alveolar (pulmón blanco) y 3 un pulmón consolidado explorando diferentes regiones del tórax. En nuestro caso también

asignamos 3 puntos a un derrame pleural o a la ausencia de pulmón sustituido por asas intestinales en el caso de la Hernia Diafragmática.

Se ha logrado correlacionar la escala cuantitativa con inflamación del tejido pulmonar. Nadya Youseff y colaboradores demostraron la correlación en 22 neonatos de  $28 \pm 1.7$  semanas de gestación con déficit de surfactante con una correlación positiva entre el puntaje de la escala con el conteo de neutrófilos en lavado bronco alveolar, así como a nivel molecular con los niveles de interleucina 8, y factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos<sup>19</sup>. Así mismo el Dr. Yasser Elsayed y colaboradores en un modelo porcino de daño pulmonar agudo con ácido oléico encontraron correlación entre el puntaje de la escala semicuantitativa con una escala de daño histológico, así como con el grado de cortocircuito intrapulmonar con un software que integra la relación entre variaciones graduales en la  $FiO_2$  y la  $SaO_2$  medida ( $Qs/Qt$ ) en neonatos humanos<sup>20</sup>.

En nuestro estudio logramos demostrar que en estado basal la ESC correspondió con el grado de soporte ventilatorio y correlacionó con la  $FiO_2$  que el paciente requería al momento del estudio.

Es importante recalcar que es conocido que la ESC es mucho mayor inmediatamente al pronar un paciente. El Dr. Deepak Louis y colaboradores estudiaron la posición prona versus supina en neonatos  $\geq 29$  semanas con dificultad respiratoria (retención de líquido pulmonar fetal 53%, déficit de surfactante 41%). Compararon la escala semicuantitativa en prono y en supino encontrando que era posible realizarla en ambas posiciones con puntajes mayores inmediatamente al cambiar de posición (recordando que el líquido sigue las reglas de la gravedad) pero equiparándose tras una hora del cambio de posición<sup>21</sup>; por lo anterior se recomienda esperar una hora tras el cambio de posición para tener una adecuada valoración del grado de edema. Para fines de nuestro estudio no fue posible esperar una hora para hacer la exploración posterior por lo que sabemos que la escala puede ser mayor que lo reportado en la literatura.

El timo es un órgano vital del sistema inmunológico que juega un papel esencial en el desarrollo y maduración de los timocitos. La atrofia tímica ocurre con la edad (atrofia tímica fisiológica) o debido a una infección viral, bacteriana, parasitaria o fúngica (atrofia tímica patológica). La atrofia tímica da como resultado directamente la pérdida de timocitos y/o la destrucción de la arquitectura tímica, e indirectamente conduce a una disminución de las células T vírgenes y a una diversidad limitada de receptores de células T<sup>22</sup>. Se ha propuesto que, en los recién nacidos y los niños pequeños, el sistema inmunitario joven y sus células T eficientes pueden responder potencialmente de manera más eficiente al SARS-CoV-2<sup>23</sup> como ocurre con el envejecimiento, la disminución de las células T<sup>24</sup> reguladoras y el aumento de las células de memoria<sup>25</sup>. Es interesante el hallazgo de un aumento de las dimensiones del timo en el 25% de los pacientes dados de alta tanto en SARS-CoV-2 como rinovirus y VSR<sup>26</sup>. El tamaño del timo se ha correlacionado positivamente con la edad gestacional, el peso al nacer, el perímetro cefálico y el número de linfocitos en sangre periférica. Presumimos que podría estar relacionado con una respuesta inmune adecuada a la infección. Todos los pacientes con la glándula tímica incrementada sobrevivieron al alta.

Los pacientes que fallecieron antes del alta tenían comorbilidades complejas sin embargo la presencia de neumonía con un involucro mayor y la presencia de hipertensión pulmonar en todos es importante a considerar. En los dos primeros años del programa de Valoración Hemodinámica en la UCIN del HIMFG se demostró que los no sobrevivientes presentaban peor desempeño del ventrículo derecho así como aumento en la poscarga de este (incremento en las resistencias vasculares pulmonares)<sup>27</sup>.

## **CONCLUSION**

Nuestro estudio confirma la efectividad del uso del UP para el diagnóstico de neumonía neonatal, en compañía de la sospecha clínica y el panel viral. Como esta descrito en la literatura se encuentra un patrón intersticial de Líneas-B con alteraciones en la línea pleural y la mitad con la presencia de consolidaciones de predominio posterior. Los pacientes que fallecieron presentaron hipertensión pulmonar y una ESC más alta. La ESC demuestra la gravedad correlacionada con el grado de soporte ventilatorio y la  $FiO_2$  requerida.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	AGOSTO 2021- ENERO 2022	FEBRERO 2022- MAYO 2023	JUNIO 2023
Revisión bibliográfica	X		
Recolección de la muestra/estudio de pacientes		X	
Análisis de resultados		X	
Discusión y conclusiones			X



## **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Debido a la naturaleza del estudio y del corto periodo de tiempo, no se puede recolectar una muestra suficiente, como en todos los casos el diagnóstico es clínico y requiere de panel viral positivo recurso variable a través del tiempo. La valoración ultrasonográfica fue determinada por el estado de gravedad del paciente. El timo solo se midió en los pacientes donde cualitativamente estaba incrementado y no hay grupo de comparación.

## **ANEXOS**

SIN ANEXOS .

## BIBLIOGRAFIA

---

- <sup>1</sup> Torres-García M, Pérez Méndez BB, Sánchez Huerta JL, et al. Healthcare-Associated Pneumonia: Don't Forget About Respiratory Viruses!. *Front Pediatr.* 2019;7:168. Published 2019 May 16. doi:10.3389/fped.2019.00168
- <sup>2</sup> Malla D, Rathi V, Gomber S, Upreti L. Can lung ultrasound differentiate between bacterial and viral pneumonia in children? *J Clin Ultrasound.* 2021 Feb;49(2):91-100. doi: 10.1002/jcu.22951. Epub 2020 Nov 16. PMID: 33196108.
- <sup>3</sup> Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, et al. Lung ultrasound in bronchiolitis: comparison with chest X-ray. *Eur J Pediatr.* 2011;170(11):1427-1433. doi:10.1007/s00431-011-1461-2
- <sup>4</sup> Yousef N, De Luca D. The Role of Lung Ultrasound in Viral Lower Respiratory Tract Infections. *Am J Perinatol.* 2018;35(6):527-529. doi:10.1055/s-0038-1637758
- <sup>5</sup> Ibarra-Ríos D, Enríquez-Estrada AC, Serpa-Maldonado EV, et al. Lung Ultrasound Characteristics in Neonates With Positive Real Time Polymerase Chain Reaction for SARS-CoV-2 on a Tertiary Level Referral Hospital in Mexico City. *Front Pediatr.* 2022;10:859092.
- <sup>6</sup> Öktem A, Zenciroğlu A, Üner Ç, Aydoğan S, Dilli D, Okumuş N. Efficiency of Lung Ultrasonography in the Diagnosis and Follow-up of Viral Pneumonia in Newborn. *Am J Perinatol.* 2023;40(4):432-437. doi:10.1055/s-0041-1729880
- <sup>7</sup> Ruuskanen O, Lahti E, Jennings LC, Murdoch DR. Viral pneumonia. *Lancet.* 2011 Apr 9;377(9773):1264-75. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61459-6. Epub 2011 Mar 22. PMID: 21435708; PMCID: PMC7138033.
- <sup>8</sup> Rocha Neto OG, Leite RF, Baldi BG. Update on viral community-acquired pneumonia. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2013 Jan-Feb;59(1):78-84. English, Portuguese. doi: 10.1590/S0104-42302013000100015. PMID: 23440146; PMCID: PMC7133596.
- <sup>9</sup> Febbo J, Revels J, Ketai L. Viral Pneumonias. *Radiol Clin North Am.* 2022 May;60(3):383-397. doi: 10.1016/j.rcl.2022.01.010. PMID: 35534126.
- <sup>10</sup> Brunow de Carvalho W, Machado M, Johnston C, Nichols D. Neumonía y Bronquiolitis. *Rogers, Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos. 5ª Edición.* Wolters Kluwer, Barcelona-España, 2017, pag 151-155.
- <sup>11</sup> Dandachi D, Rodriguez-Barradas MC. Viral pneumonia: etiologies and treatment. *J Investig Med.* 2018 Aug;66(6):957-965. doi: 10.1136/jim-2018-000712. Epub 2018 Apr 20. PMID: 29680828.
- <sup>12</sup> Quah J, Jiang B, Tan PC, Siau C, Tan TY. Impact of microbial Aetiology on mortality in severe community-acquired pneumonia. *BMC Infect Dis.* 2018 Sep

---

4;18(1):451. doi: 10.1186/s12879-018-3366-4. PMID: 30180811; PMCID: PMC6122562.

<sup>13</sup> Balk D, Lee C, Schafer J Lung Ultrasound Compared to Chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis, *Pediatric Pulmonology* 2018, 1130-1139

<sup>14</sup> Pereda, M; Chavez, M; C, Hooper-Miele; R, Gilman Lung Ultrasound for the the Diagnosis of Pneumonia in children: A meta-analysis *American Academy of Pediatrics* 2015, 715-721

<sup>15</sup> Lichtenstein D, Menu Y A bedside Ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill, *Chest*, 1995, 1345-1348

<sup>16</sup> Lovrenski J, Vilotijevic D, Reduced or absent "lung sliding"-a novel lung ultrasound sign of pediatric foreign aspiration. *Journal Ultrasound Medicine*, 2019

<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;169(8):e151797. doi:10.1001/jamapediatrics.2015.1797

<sup>18</sup> Chiumello D, Mongodi S, Algieri I, et al. Assessment of Lung Aeration and Recruitment by CT Scan and Ultrasound in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients. *Crit Care Med.* 2018;46(11):1761-1768. doi:10.1097/CCM.0000000000003340

<sup>19</sup> Yousef N, Vigo G, Shankar-Aguilera S, De Luca D. Semiquantitative Ultrasound Assessment of Lung Aeration Correlates With Lung Tissue Inflammation. *Ultrasound Med Biol.* 2020;46(5):1258-1262. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2020.01.018

<sup>20</sup> 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.

<sup>21</sup> Louis D, Belen K, Farooqui M, et al. Prone versus Supine Position for Lung Ultrasound in Neonates with Respiratory Distress [published online ahead of print, 2019 Sep 3]. *Am J Perinatol.* 2019;10.1055/s-0039-1695776. doi:10.1055/s-0039-1695776

<sup>22</sup> Luo M, Xu L, Qian Z, Sun X. Infection-Associated Thymic Atrophy. *Frontiers in immunology* (2021) 12: doi: 10.3389/FIMMU.2021.652538

<sup>23</sup> Shearer WT, Rosenblatt HM, Gelman RS, Oyomopito R, Plaeger S, Stiehm ER, Wara DW, Douglas SD, Luzuriaga K, McFarland EJ, et al. Lymphocyte subsets in healthy children from birth through 18 years of age: the Pediatric AIDS Clinical Trials Group P1009 study. *The Journal of allergy and clinical immunology* (2003) **112**:973-980. doi: 10.1016/J.JACI.2003.07.003

<sup>24</sup> Mehta S. Assessment of thymus size in healthy term neonates using sonography - A study from tertiary care hospital of Central India. *Journal of neonatal-perinatal medicine* (2015) **8**:143-147. doi: 10.3233/NPM-15814067

---

<sup>25</sup> Magu S, Gathwala G, Agarwal S, Parihar A. Sonographic measurement of thymic size in preterm infants: prediction model for thymic size in the Indian subcontinent. *Indian journal of pediatrics* (2012) **79**:764-768. doi: 10.1007/S12098-011-0594-7

<sup>26</sup> Varga I, Toth F, Uhrinova A, Nescakova E, Polak S. Association among size of thymus, anthropometric dimensions and number of lymphocytes in peripheral blood in newborns from Slovakia. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia* (2009) **153**:229-234. doi: 10.5507/BP.2009.040

<sup>27</sup> Ibarra-Ríos D, Márquez-González H, Quiroga-Valdés A, Guzmán-Arce AE, Villanueva-García D. Analysis of the results of the neonatal functional echocardiography program in a third-level pediatric hospital. 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