

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**“ASOCIACIÓN ENTRE LÍNEAS B PULMONARES E ÍNDICE DE SOBRECARGA  
HÍDRICA EN EL PACIENTE CRÍTICO PEDIÁTRICO”**

**POR**

**DRA. REBECA BARRERA SALINAS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
SUBESPECIALISTA EN MEDICINA CRÍTICA PEDIÁTRICA**

**ENERO, 2025**

**“ASOCIACIÓN ENTRE LÍNEAS B PULMONARES E ÍNDICE DE SOBRECARGA  
HÍDRICA EN EL PACIENTE CRÍTICO PEDIÁTRICO”**

**Aprobación de la tesis:**



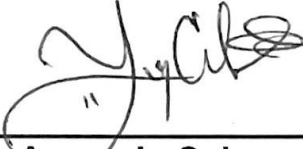
---

**Dr. med. Arturo Gerardo Garza Alatorre**  
**Director de la tesis**



---

**Dra. Verónica Rodríguez Martínez**  
**Coordinador de Enseñanza**



---

**Dra. Yanyn Ameyaly Cabrera Antonio**  
**Coordinador de Investigación**



---

**Dr. med. Arturo Gerardo Garza Alatorre**  
**Jefe de Servicio de Medicina Crítica Pediátrica**



---

**Dr. med. Fernando Felix Montes Tapia**  
**Jefe del Departamento de Pediatría**

---

**Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez**  
**Subdirector de Estudios de Posgrado**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

A mis papás y mis hermanos, que han sido mi fé y mi roca en el camino. A mis titas, Chelito y Mirthala, que me acompañaron casi hasta el final, deseo seguir siempre sintiendo su presencia.

A mis compañeros, que se volvieron mis amigos y la mejor compañía. A mis maestros por sus enseñanzas tanto sobre medicina crítica pediátrica como de la vida.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>Hoja de presentación.....</b>	<b>1</b>
<b>Aprobación de tesis.....</b>	<b>2</b>
<b>Dedicatoria y agradecimientos.....</b>	<b>3</b>
<b>Tabla de contenido.....</b>	<b>4</b>
<b>Lista de abreviaturas.....</b>	<b>5</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>11</b>
<b>Pregunta de investigación.....</b>	<b>11</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>12</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>Material y métodos.....</b>	<b>13</b>
<b>Consideraciones éticas.....</b>	<b>17</b>
<b>Confidencialidad.....</b>	<b>18</b>
<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>18</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>22</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>24</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>25</b>
<b>Resumen autobiográfico.....</b>	<b>30</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

USG: ultrasonografía

ISH: índice de sobrecarga hídrica

ml: mililitros

Kg: kilogramos

UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos

PARDS: síndrome de dificultad respiratoria pediátrico agudo

## **RESÚMEN**

La terapia de fluidos es la piedra angular de la reanimación en pacientes críticos, esto puede llevar a una sobrecarga hídrica con severas repercusiones clínicas. Las líneas B observadas por USG pulmonar y el ISH son parámetros medibles y a nuestro alcance a tomarse en cuenta en decisiones terapéuticas. En este estudio, se analiza si existe una asociación entre las líneas B en USG pulmonar y el ISH en pacientes críticos pediátricos, se incluyeron 82 pacientes, con estancia mínima de 72 horas en el servicio de Medicina Crítica Pediátrica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en el 2023. Para las 24 horas de su ingreso, el 22.8% de los pacientes tenían un patrón B en el USG pulmonar y el 25.6% de los pacientes tenía un ISH igual o mayor a 10%, a las 72 horas, el 39% tenían un patrón B y el 47.6% tenía ISH igual o mayor a 10%. Los pacientes con patrón B a las 72 horas tenían 2.7 veces más probabilidad de tener ISH igual o mayor a 10% a las 72 horas.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la presencia de un patrón B en el USG pulmonar a las 24 horas y el ISH a las 24 y a las 72 horas.

Nuestro estudio demostró que la presencia de líneas B en el USG pulmonar, evaluada a las 24 y 72 horas del ingreso, es un indicador útil para identificar sobrecarga hídrica y desequilibrio oncótico en los pacientes críticos pediátricos. Este estudio refuerza el uso de la USG pulmonar como herramienta no invasiva para el monitoreo del estado hemodinámico y balance hídrico en este grupo de pacientes vulnerables.

## ANTECEDENTES

Se ha descrito a la restitución hídrica como la piedra angular de la reanimación en pacientes críticos y es una de las estrategias más utilizadas en los servicios de urgencias y en las UCIP.<sup>1</sup> Además del ingreso hídrico durante una reanimación al manejar al paciente crítico, se toman en cuenta los ingresos que conlleva la nutrición y administración de medicamentos, esta acumulación de líquidos comunmente excede la eliminación de éstos, produciendo un balance hídrico positivo, cuantificado de manera rutinaria en el manejo de pacientes críticamente enfermos.

La sobrecarga hídrica se define como la cantidad de líquidos ingresados (ml) – líquido eliminado (ml) / peso al ingreso (kg) / 10, expresado en porcentaje para definir el índice de sobrecarga hídrico. Existen varias definiciones sobre la sobrecarga hídrica, la más utilizada es un índice de sobrecarga hídrica de 5% en las primeras 24 horas tras el ingreso a cuidados intensivos, o cualquier cifra superior al 10% en cualquier momento del internamiento, esto no excluye a pacientes con lesión renal aguda. Es importante monitorizar el índice de sobrecarga hídrica para prevenir o tratar las complicaciones y repercusiones derivadas del exceso de volumen de líquidos endovenosos perfundidos. Entre las principales se encuentran la insuficiencia cardiaca, el edema agudo de pulmón y el edema cerebral, lesión renal, mayores tiempos de ventilación mecánica y estancias prolongadas en la UCIP. Los niños gravemente enfermos que presentan sobrecarga hídrica presentan mayor riesgo de muerte asociado a las causas antes mencionadas.<sup>2</sup>

La asociación entre sobrecarga hídrica y mortalidad en pacientes pediátricos críticamente enfermos esta descrita en la bibliografía, un ejemplo es el estudio por Fernández-Sarmiento y cols., el cual demostró en niños con sepsis, que más del 10% de sobrecarga hídrica, 24 horas después del ingreso a cuidados intensivos, se asocia a mayor mortalidad, necesidad de ventilación mecánica y duración de la estancia hospitalaria.<sup>3</sup> Una cohorte publicada en el 2022 sobre la sobrecarga hídrica en pacientes internados en la terapia intensiva con PARDS demostró que la tasa de sobrecarga acumulada de líquidos en los primeros 14 días de la enfermedad fue asociado a mortalidad.<sup>4</sup> Hay otros estudios en donde se descarta la asociación entre sobrecarga hídrica y mortalidad, por ejemplo, en un estudio de la India por Samaddar y cols., en pacientes pediátricos bajo ventilación mecánica se encontro que si bien no había una asociación con mortalidad, la sobrecarga hídrica si se relacionaba a disfunción orgánica, mayor duración de ventilación mecánica y estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos pediátricos.<sup>5</sup>

Hay diferentes maneras de medir el estado de volemia en los pacientes críticamente enfermos, uno de ellos es la ecografía en el punto de atención (POCUS), que puede detectar signos de congestión venosa.<sup>6</sup> Otro método para valorar sobrecarga hídrica, es la ultrasonografía pulmonar, donde pueden observarse las llamadas líneas B, estas son líneas verticales hiperecóticas que se mueven en sincronía con el pulmón, surgiendo de la línea pleural y moviendose en sincronía con ella, un artificio resultante de la diferencia en la impedancia acústica entre el aire y el agua



por el engrosamiento de los septos interlobulares provocados por edema o por fibrosis. Encontrar múltiples líneas B en la ultrasonografía pulmonar se interpreta como una disminución de la aereación pulmonar, éste patron B se observa en la enfermedad cardíaca congestiva, en enfermedad pulmonar intersticial y en infecciones respiratorias, también pueden observarse en individuos sanos<sup>7</sup>, se define como síndrome intersticial la presencia de 3 o más líneas B en el eje longitudinal en por lo menos dos áreas del hemitórax, considerando esto como sobrecarga hídrica pulmonar.<sup>8</sup>

El ultrasonido pulmonar es entonces, una prometedora herramienta a pie de cama, que nos ayuda a estimar el índice de agua pulmonar que puede encontrarse en el espacio extravascular.<sup>9</sup> Un estudio por Kaskinen y cols., en niños sometidos a cirugía por enfermedad coronaria, se evaluó si la abundancia de líneas B en ultrasonografía pulmonar se correlaciona con líquido extravascular a nivel pulmonar evaluado en radiografía de tórax, que en la práctica clínica es uno de los principales métodos para evaluar la sobrecarga hídrica a nivel pulmonar en el post operatorio, en este estudio si se encontró una correlación significativa entre la ultrasonografía y radiografía de tórax.<sup>10</sup>

En 2017, se publicó un estudio sobre niños en la unidad de cuidados intensivos post quirúrgicos cardíacos, durante el post operatorio, los pacientes se sometieron como parte del seguimiento, a radiografía de tórax y ultrasonografía pulmonar, en el ultrasonido, se observó que el número de líneas B aumentó proporcionalmente con

el incremento del agua pulmonar extravascular y progresó a pulmones blancos, que son el equivalente a la apariencia de vidrio esmerilado en las radiografías de tórax y la aparición de líneas B durante las primeras horas después de la cirugía, y los resultados clínicos a corto plazo. El autor concluyó que la ultrasonografía pulmonar puede usarse como complemento de la radiografía de tórax para mejorar la atención al paciente en riesgo de desarrollar o que ya ha desarrollado edema pulmonar cardiogénico y reducir la radiación otorgada.<sup>11</sup>

La ultrasonografía pulmonar usada para valorar edema pulmonar post operatorio puede predecir la duración de ventilación mecánica y de la estancia en la unidad de terapia intensiva pediátrica. Puede haber consideraciones especiales, por ejemplo, un estudio por Muhammad Muzaffar y cols., publicado en el 2022, realizado en pacientes con enfermedad renal crónica y signos clínicos de hipervolemia, concluyo que las líneas B en ultrasonido pulmonar tiene una pobre relación con la severidad de la sobrecarga hídrica en este grupo de pacientes.<sup>12</sup>

La sobrecarga hídrica, tan comun como lo es en la UCIP, no siempre es reconocida a tiempo, en un estudio publicado en el 2020 por Zahraa H Al-Lawati y cols., que buscaba describir tanto la exposición a líquidos en pacientes críticos pediátricos y el reconocimiento de ésta por sus médicos, se encontró que los médicos de la UCIP no reconocieron la sobrecarga de líquidos en el 30% de los pacientes que desarrollaron más del 15% de sobrecarga de líquidos.<sup>13</sup>

Se necesitan más estudios para correlacionar la exposición a líquidos modificables con la sobrecarga de líquidos y explorar oportunidades de mejora de la práctica modificables.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La terapia de fluidos es la piedra angular de la reanimación en pacientes críticos, esto puede llevar a una sobrecarga hídrica con repercusiones, entre las principales se encuentran la insuficiencia cardíaca, el edema agudo de pulmón y el edema cerebral. Esta descrito que los niños críticos con sobrecarga presentan mayor riesgo de muerte. El estándar de oro para la valoración de sobrecarga hídrica en los pacientes es el peso diario, sin embargo, este no siempre se puede llevar a cabo, es por esto que usamos herramientas como la ultrasonografía pulmonar y calculos como el índice de sobrecarga hídrica para monitorizar este aspecto en nuestros pacientes. Las líneas B observadas por ultrasonografía pulmonar y el índice de sobrecarga hídrica son parámetros medibles y a nuestro alcance, en la valoración dinámica del niño crítico, tomándolos en cuenta, se justifica tomar decisiones en el manejo del paciente que influye directamente con su evolución clínica.

## **PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Existe una asociación entre las líneas B en ultrasonografía pulmonar y el índice de sobrecarga hídrica en pacientes críticos pediátricos?

## **JUSTIFICACIÓN**

Si bien la sobrecarga de fluido tiene relación con la ocurrencia de desenlaces negativos en la unidad de cuidados intensivos pediátricos, no está claro si es una causa directa o se encuentra asociada a factores que conllevan a éstos.

La medición de índice de sobrecarga hídrica es un parámetro que se mide cada 24 horas en los pacientes de nuestra unidad y el ultrasonido pulmonar se encuentra a nuestro alcance, es este un tema de relevancia y aplicable a la gran mayoría de nuestros pacientes en cuidados intensivos.

## **HIPÓTESIS**

**Hipótesis alterna:** Existe una asociación entre las líneas B en ultrasonografía pulmonar y la medición del índice de sobrecarga hídrica pulmonar.

**Hipótesis nula:** No existe una asociación entre las líneas B en ultrasonografía pulmonar y la medición del índice de sobrecarga hídrica.

## **OBJETIVO GENERAL**

Definir la asociación entre las líneas B en ultrasonografía pulmonar y la medición del índice de sobrecarga hídrica en pacientes críticos pediátricos.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la relación entre el índice de sobrecarga mayor a 10% y la presencia de líneas B en el ultrasonido.
2. Definir mejoría de sobrecarga hídrica con tratamiento de albúmina humana en pacientes con baja presión oncótica.
3. Evaluar la hipoalbuminemia y el uso de albúmina humana en pacientes con datos de sobrecarga hídrica

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO**

Estudio observacional, transversal, retrospectivo y analítico

### **LUGAR Y TEMPORALIDAD**

Servicio de Medicina Crítica Pediátrica del Hospital Universitario “José Eleuterio González”. Período comprendido estimado entre abril y diciembre del 2023.

### **RECLUTAMIENTO DE PACIENTES**

Pacientes internados en el Servicio de Medicina Crítica Pediátrica del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

1. Pacientes de 1 mes a 15 años.
2. Cumplir con una estancia hospitalaria de al menos 72 horas en el Servicio de Medicina Crítica Pediátrica del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González".

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Tiempo de hospitalización menor a 72 horas.
2. Pacientes a quienes no se les realizó cuantificación de balance hídrico durante la reanimación inicial, debido a que ésta se haya realizado fuera de la unidad de terapia intensiva.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

1. Pacientes que fallezcan tras una estancia menor a 72 horas.
2. Pacientes con egreso de la unidad antes de 72 horas de estancia.

### **CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA**

En donde:

$$K = (Z\alpha + Z\beta)^2.$$

$$C = 0.5 \ln \frac{(1+r)}{(1-r)}.$$

r = coeficiente de correlación esperado.

K	7.9
	3
r	0.35
c	0.36544375
Resultado	81.6178989

Se utilizó una fórmula de estimación de una correlación con el objetivo primario de: Asociación entre líneas B pulmonares e índice de sobrecarga hídrica en el paciente crítico pediátrico.

Esperando un coeficiente de correlación de  $r=0.505$ , con significancia bilateral del 5%, y un poder del 80%, se necesitan al menos 82 sujetos de estudio.

Los parámetros fueron establecidos en base al estudio realizado por Habib y cols.<sup>1</sup>

**TABLA 1. VARIABLES**

Variable	Definición	Tipo de variable	Unidades de medida
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona contando desde su nacimiento.	Numérica discreta	Años
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Categorica nominal	Masculino Femenino
<b>Peso</b>	Peso del paciente en kilogramos	Numérica continua	kg

<b>Talla</b>	Talla del paciente en metros	Numérica continua	cm
<b>Diagnóstico</b>	Enfermedad que padece al ingreso	Categórica nominal	Nombre de la enfermedad
<b>Balance hídrico (a las 24 horas)</b>	Resta de egresos (ml) a ingresos (ml) a las 24 horas de estancia	Numérica continua	Mililitros
<b>Índice de sobrecarga hídrica (a las 24 horas)</b>	Balance hídrico dividido entre peso (en kg) y entre 10	Numérica continua	%
<b>Ultrasonido pulmonar (a las 24 horas)</b>	Patrón de ultrasonido pulmonar	Categórica nominal	Patrón A o B
<b>Balance hídrico (a las 72 horas)</b>	Resta de egresos (ml) a ingresos (ml) a las 72 horas de estancia	Numérica continua	Mililitros
<b>Índice de sobrecarga hídrica (a las 72 horas)</b>	Balance hídrico dividido entre peso (en kg) y entre 10	Numérica continua	%
<b>Ultrasonido pulmonar (a las 72 horas)</b>	Patrón de ultrasonido pulmonar	Categórica nominal	Patrón A o B

## PROCEDIMIENTOS

Se incluyeron pacientes hospitalizados en el Servicio de Medicina Crítica Pediátrica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” durante el año 2023, que cumplan con los criterios de inclusión descritos.



Como parte de la valoración inicial de todo paciente ingresado a nuestra unidad, se cuantifican balances hídricos e índice de sobrecarga hídrica, además se realiza ultrasonografía pulmonar en posición supina, utilizando el ultrasonido portátil Chison Ebit 50, con transductor lineal, estos procedimientos se utilizaron como variables para el análisis de éste trabajo.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

De Acuerdo con los principios establecidos en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial adoptada por 52va Asamblea General, en Edimburgo, Escocia en el año 2000 en su artículo 11, considerando también el artículo 13, el 15 y las últimas enmiendas de la declaración; que señalan que la investigación debe basarse en un conocimiento cuidadosos del campo científico, se revisó detalladamente la bibliografía para redactar los antecedentes y la metodología del proyecto.

Esta investigación de acuerdo con el “Reglamento de la Ley General de la Salud en Materia de Investigación para la Salud” en su Título 2do, Capítulo 1ro, Artículo 17, Fracción II, se considera como investigación con riesgo mínimo y no se requiere consentimiento informado para la inclusión de los pacientes al estudio.

## **CONFIDENCIALIDAD**

La información de los pacientes será utilizada y revelada sólo para las actividades y operaciones que estén relacionadas con el protocolo de investigación, así como en circunstancias limitadas, como cuando sea requerido por ley. El uso y revelación de datos sobre los pacientes se limitará al estándar del "mínimo necesario" y será utilizada solo por los investigadores relacionados con el protocolo de investigación. No se incluirán datos personales del paciente en la base de datos y se utilizará un código identificador único para la identificación de cada paciente. Solo tendrán acceso a la base de datos los miembros del equipo de investigación.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

En la estadística descriptiva se reportaron frecuencias y porcentajes para variables categóricas. Para variables numéricas se reportaron medidas de tendencia central y dispersión (media/mediana; desviación estándar [DE]/rango intercuartil [RIC]).

En la estadística inferencial se evaluó la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov. Se utilizó la prueba de  $\chi^2$  de Pearson para comparar variables categóricas independientes. Para comparar variables numéricas entre dos grupos independientes se utilizó la prueba de la U de Mann-Whitney. Se utilizaron modelos lineales generalizados (MLG) y regresión logística como modelos predictivos.

Se consideraron valores de  $p \leq 0.05$  y un intervalo de confianza al 95% como estadísticamente significativos. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 29 para la realización del análisis.

## **RESULTADOS**

Se analizaron un total de 82 pacientes de 1 mes hasta 15 años, con una edad mediana de 2 años, 61% del sexo masculino.

En la evaluación realizada a las 24 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica el 22.8% de los pacientes tenían un patrón B en el ultrasonido pulmonar. La mediana del índice de sobrecarga hídrica de 4.75% (RIC 1.65 – 10.03). El 25.6% de los pacientes tenía un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor a 10%. En la evaluación a las 72 horas, el 39% de los pacientes tenían un patrón B en el ultrasonido pulmonar. La mediana del índice de sobrecarga hídrica de 9.7% (RIC 4.98 – 16.75). El 47.6% de los pacientes tenía un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor a 10%.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la presencia de un patrón B en el ultrasonido pulmonar a las 24 horas y el índice de sobrecarga hídrica a las 24 horas ( $p < 0.001$ ) y a las 72 horas ( $p = 0.039$ ).

Un posterior análisis por MLG mostró que los pacientes con patrón B en la ultrasonografía pulmonar a las 24 horas tenían mayor probabilidad de tener índices de sobrecarga hídrica más elevados (B= 5.188; 95% IC 1.287 – 9.089; p=0.009).

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la presencia de un patrón B en el ultrasonido pulmonar a las 72 horas y el índice de sobrecarga hídrica a las 72 horas (p=0.007).

Del total de la población, se encontró que el 35.4% de los pacientes tuvieron una presión oncótica menor a 16 mmHg, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la presencia de patrón B a las 24 horas y la presión oncótica baja (p=0.001), el requerimiento de albúmina (p<0.001), un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor al 10% a las 24 horas (p=0.013) y un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor al 10% a las 72 horas (p=0.024).

El análisis por regresión logística mostró que los pacientes con patrón B en la ultrasonografía pulmonar a las 24 horas tenían 5.2 veces más probabilidad de tener presión oncótica baja (OR 5.250; 95% IC 1.843 – 14.956; p=0.002), una probabilidad 3.7 veces mayor de tener un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor al 10% a las 24 horas (OR 3.712; 95% IC 1.281 – 10.756; p=0.016) y 3.2 veces mayor a las 72 horas (OR 3.213; 95% IC 1.142 – 9.050; p=0.027).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la presencia de patrón B a las 72 horas y la presión oncótica baja ( $p=0.007$ ), el requerimiento de albúmina ( $p=0.003$ ) y un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor al 10% a las 72 horas ( $p=0.030$ ).

El análisis por regresión logística mostró que los pacientes con presión oncótica baja tenían 3.5 veces mayor probabilidad de presentar un patrón B en el ultrasonido pulmonar a las 72 horas (OR 3.589; 95% IC 1.387 – 9.284;  $p=0.008$ ). Asimismo, se encontró que los pacientes que requirieron de albúmina tenían una probabilidad 4.7 veces más alta de presentar un patrón B a las 72 horas (OR 4.778; 95% IC 1.653 – 13.806;  $p=0.004$ ).

Adicionalmente se encontró que los pacientes con patrón B a las 72 horas tenían 2.7 veces más probabilidad de tener un índice de sobrecarga hídrica igual o mayor a 10% a las 72 horas (OR 2.719; 95% IC 1.088 – 6.793;  $p=0.032$ ).

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN**

	<b>Población total (n=82)</b>
<b>Masculinos</b> n,(%)	50 (61.0)
<b>Edad (años)</b> mediana,(RIC)	2.0 (0.65 – 9.0)
<b>Peso (kg)</b> mediana,(RIC)	14.0 (6.18 – 27.0)
<b>Talla (cm)</b> mediana,(RIC)	90.0 (62.75 – 128.5)
<b>Ultrasonido pulmonar a las 24 horas</b> n,(%)	
<b>Patrón A</b>	60 (73.2)

<b>Patrón B</b>	22 (26.8)
<b>Balance hídrico a las 24 horas (ml) mediana,(RIC)</b>	718.5 (235.0 – 1445.75)
<b>ISH a las 24 horas (%) mediana,(RIC)</b>	4.75 (1.65 – 10.03)
<b>ISH ≥10 a las 24 horas n,(%)</b>	21 (25.6)
<b>Requerimiento de albúmina n,(%)</b>	21 (25.6)
<b>ISH posterior a albúmina (%) mediana,(RIC)</b>	14.0 (3.9 – 23.0)
<b>ISH ≥10 posterior a albúmina n,(%)</b>	13 (15.9)
<b>Presión oncótica (mmHg) media, (DE)</b>	17.89 (3.73)
<b>Presión oncótica baja n,(%)</b>	29 (35.4)
<b>Ultrasonido pulmonar a las 72 horas n,(%)</b>	
<b>Patrón A</b>	50 (61.0)
<b>Patrón B</b>	32 (39.0)
<b>Balance hídrico a las 72 horas (ml) mediana,(RIC)</b>	1335.6 (608.7 – 2601.5)
<b>ISH a las 72 horas (%) mediana,(RIC)</b>	9.7 (4.98 – 16.75)
<b>ISH ≥10 a las 72 horas n,(%)</b>	39 (47.6)

## DISCUSIÓN

La relación entre las líneas B pulmonares y el índice de sobrecarga de líquidos en pacientes pediátricos críticamente enfermos resulta de gran interés, dado que las líneas B, identificadas a través de la ecografía pulmonar, representan un marcador de la presencia de agua extravascular en el tejido pulmonar.

En nuestro estudio se encontró una asociación entre la presencia de líneas B a las 24 horas con los índices de sobrecarga de fluidos tanto a las 24 horas como a las 72 horas. En un estudio realizado por Yontem y cols. se analizaron pacientes

pediátricos con enfermedad renal en etapa terminal. Ellos determinaron la presencia de una correlación positiva entre la cantidad de líneas B detectadas antes de realizar diálisis y la sobrecarga de fluidos.<sup>14</sup>

Otro estudio realizado por Arthur y cols.<sup>15</sup> demostró que las líneas B son indicadores de sobrecarga de fluidos al encontrar que el número de líneas B disminuía significativamente por un factor de 1.69 ( $p < 0.001$ ;  $-2.58 - -0.80$ ) entre la prediálisis y el punto medio de la diálisis. Asimismo la cantidad de líneas B disminuía por un factor de 0.58 ( $p = 0,001$ ;  $-0,90 - -0,24$ ) entre el punto medio de la diálisis y la post diálisis. Otro de los hallazgos encontrados fue la correlación entre la pérdida de líquido de 1 ml/kg con una disminución de las líneas B originales en 0.079.

Un estudio realizado por Fadel y cols. en donde se estudió a pacientes pediátricos sometidos a hemodiálisis mostró que la presencia de líneas B se asocia con la sobrehidratación medida mediante espectroscopia de bioimpedancia y evaluaciones clínicas. Por otro lado, encontraron que las líneas B pulmonares superan las mediciones de la vena cava inferior y la espectroscopia de bioimpedancia para la detección de la sobrecarga de volumen subclínica.<sup>16</sup>

En nuestro estudio se encontró que la presencia de líneas B estaba asociada con las presiones oncóticas bajas. Se reportaron hallazgos similares en el estudio realizado por Kuzuhara y cols.<sup>17</sup> en donde observaron que la cantidad de líneas B observadas estaba correlacionada con los niveles séricos de albúmina y creatinina ( $p=0.001$  y  $0.011$ , respectivamente).

La interacción entre la sobrecarga de líquidos y los niveles de albúmina es compleja e involucra diversos mecanismos fisiológicos, especialmente en pacientes con insuficiencia cardíaca o en terapias de sustitución renal. En estas condiciones, la hipoalbuminemia puede ser un indicador de sobrecarga de líquidos, ya sea por efectos dilucionales o por un aumento en la permeabilidad capilar, lo que agrava la congestión pulmonar y favorece la aparición de líneas B.<sup>18,19</sup> En este contexto, la presencia de líneas B no solo refleja el estado hemodinámico sino también el equilibrio de la presión oncótica, ya que ambos factores desempeñan un papel clave en el grado de severidad de la congestión pulmonar.

De manera similar, una presión oncótica disminuida, generalmente causada por la hipoalbuminemia, puede agravar la sobrecarga de líquidos al disminuir la capacidad del plasma para mantener el agua, lo que resulta en un incremento de la permeabilidad capilar y en el desplazamiento de líquidos hacia los espacios intersticiales y alveolares. Esto favorece la aparición de líneas B pulmonares, dado que la acumulación de agua extravascular en los pulmones es un elemento fundamental en su desarrollo.<sup>20,21</sup>

## **CONCLUSION**

Nuestro estudio demostró que la presencia de líneas B en el ultrasonido pulmonar, evaluada a las 24 y 72 horas, es un indicador útil para identificar sobrecarga hídrica y desequilibrio oncótico en los pacientes críticos pediátricos. Estos hallazgos



sugieren que la detección temprana de líneas B podría guiar estrategias de manejo hídrico para prevenir la progresión de la sobrecarga de líquidos y sus complicaciones.

Finalmente, este estudio refuerza el uso de la ecografía pulmonar como herramienta no invasiva para el monitoreo del estado hemodinámico y balance hídrico, complementando la evaluación clínica y de laboratorio en este grupo de pacientes vulnerables.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. *Chávez-Valdivia, Alexi, Rojas-Vivanco, Paola, Castañeda, Alejandra, del Carmen Valdivia-Tapia, María, & Yhuri Carreazo, Nilton. Asociación entre sobrecarga de fluidos y mortalidad en pacientes hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos. Andes pediátrica 2022; 93(4), 528-534*
2. *Alobaidi, R., Basu, R., DeCaen, A., Joffe, A., Lequier, L., Pannu, N., & Bagshaw, S. Fluid Accumulation in Critically Ill Children. Critical Care Medicine (2020); 48(7),1034–1041.*
3. *Fernández-Sarmiento J, Sierra-Zuñiga MF, Salazar González MP, et al. Association between fluid overload and mortality in children with sepsis: a systematic review and meta-analysis. BMJ Paediatrics Open (2023); 7:e002094*

4. Leow EH, Wong JJ, Mok YH, Hornik CP, Ng YH, Lee JH. Fluid overload in children with pediatric acute respiratory distress syndrome: A retrospective cohort study. *Pediatr Pulmonol.* (2022); Jan;57(1):300-307.
5. Samaddar S, Sankar J, Kabra SK, Lodha R. Association of Fluid Overload with Mortality in Critically-ill Mechanically Ventilated Children. *Indian Pediatr.* (2018); Nov 15;55(11):957-961.
6. Beaubien-Souligny, W., Rola, P., Haycock, K., Bouchard, J., Lamarche, Y., Spiegel, R., & Denault, A. Y. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *The Ultrasound Journal*, (2020); 12(1), 16
7. Mayr U, Lukas M, Habenicht L, Wiessner J, Heilmaier M, Ulrich J, Rasch S, Schmid RM, Lahmer T, Huber W, Herner A. B-Lines Scores Derived From Lung Ultrasound Provide Accurate Prediction of Extravascular Lung Water Index: An Observational Study in Critically Ill Patients. *J Intensive Care Med.* 2022 Jan;37(1):21-31.
8. Tamagnone F., Previgliano I., (2019). *POCUS: Point of Care Ultra Sound: manual de ultrasonografía crítica.* Corpus Libros Médicos y Científicos.

9. Niyogi SG, Kumar B, Puri GD, Negi S, Mishra AK, Singh Thingnam SK. *Utility of Lung Ultrasound in the Estimation of Extravascular Lung Water in a Pediatric Population-A Prospective Observational Study. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2022 Aug;36(8 Pt A):2385-2392.*
10. Kaskinen. *Assessment of extravascular lung water by ultrasound after congenital cardiac surgery. Pediatric Pulmonology (2016); 52(3), 345–352.*
11. Yousef, N. *To B or not to B; that might just be the question. The use of lung ultrasound in pediatric cardiac intensive care. Pediatr. Pulmonol. (2017); 52, 421–422.*
12. Habib, M. M., Anwar, S., Ahmad, S., & Usman, H. T. *Correlation of Fluid Overload and B-Lines Score on Lung Ultrasound among Chronic Kidney Disease Patients with Clinical Hypervolemia. In Medical Forum Monthly (2022; Vol. 33, No. 2).*
13. Al-Lawati, Z. H., Sur, M., Kennedy, C. E., & Akcan Arıkan, A. *Profile of Fluid Exposure and Recognition of Fluid Overload in Critically Ill Children. Pediatric Critical Care Medicine (2020); 21(8), 760–766.*

14. Yontem A, Cagli C, Yildizdas D, Horoz OO, Ekinci F, Atmis B, et al. *Bedside sonographic assessments for predicting predialysis fluid overload in children with end-stage kidney disease. Eur J Pediatr.* 2021 Oct 1;180(10):3191–200.
15. Arthur L, Prodhan P, Blaszak R, Crawford B, Brown CC, Arthur J. *Evaluation of lung ultrasound to detect volume overload in children undergoing dialysis. Pediatric Nephrology.* 2023 Jul 1;38(7):2165–70.
16. Fadel FI, Salah DM, Mawla MAA, Galal E, Sayed S. *Assessment of volume status of pediatric hemodialysis patients. Pediatric Nephrology.* 2024 Oct 1;39(10):3057–66.
17. Kuzuhara S, Otsubo S, Kajimoto K, Akiba T, Nitta K. *Association between B-lines detected during lung ultrasound and various factors in hemodialysis patients. Ren Replace Ther.* 2017 May 8;3(1).
18. Zheng D, Liu Y, Li Y, Jin J, He Q, Shen X. *Lung Ultrasound and Bioelectrical Impedance Analysis for Fluid Status Assessing Patients Undergoing Maintenance Hemodialysis. Int J Clin Pract.* 2024;2024.
19. Donadio C, Bozzoli L, Colombini E, Pisanu G, Ricchiuti G, Picano E, et al. *Effective and timely evaluation of pulmonary congestion: Qualitative comparison between lung ultrasound and thoracic bioelectrical impedance in*

*maintenance hemodialysis patients. Medicine (United States). 2015 Feb 2;94(6).*

20. *Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: A new standard for pulmonary congestion. Vol. 37, European Heart Journal. Oxford University Press; 2016. p. 2097–104.*

21. *Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, Carpinteri G, Tengattini M, Stefanone V, et al. Lung Ultrasound Predicts Well Extravascular Lung Water but Is of Limited Usefulness in the Prediction of Wedge Pressure. Anesthesiology. 2014 Aug;121(2):320–7.*

## RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Rebeca Barrera Salinas

Candidata para el grado de:

Subespecialista en Medicina Crítica Pediátrica

Tesis:

**“Asociación entre líneas b pulmonares e índice de sobrecarga hídrica en el paciente crítico pediátrico”**

Campo de estudio: Ciencias de la salud.

Biografía:

Datos personales: nacida en Piedras Negras, Coahuila. Hija de César Gerardo Barrera Támez y María Catalina Salinas González.

Educación: Egresada de la Universidad Autónoma de Nuevo León, como Médico Cirujano y Partero en el 2018. Especialista en Pediatría por la Universidad Autónoma de Coahuila, en el Hospital Materno Infantil de Saltillo en el 2023.