



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

**USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO
HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL
MANEJO DE LÍQUIDOS COMO MEJORA DE LA
OXIGENACIÓN (ÍNDICE DE OXIGENACIÓN-PAO₂/FIO₂)
EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS
PEDIÁTRICOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL
HIDALGO. ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO.**

VERSIÓN 2

TESIS

PRESENTADA POR

SINAHÍ JESÚS FIGUEROA FLORES

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN

MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO EN ESTADO CRÍTICO

ASESOR (ES)

Dra. Maricela García Arellano

Dra. Deysi Guadalupe Hernández Ortíz

Dr. Juan Manuel Márquez Romero

Aguascalientes, Ags., Febrero 2022

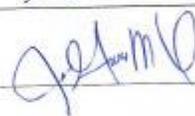
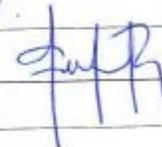
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LÍQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACIÓN (INDICE DE OXIGENACION/ PaO_2/FiO_2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO. ENSAYO CLINICO ALEATORIZADO:
SEGUNDA PARTE

SUBESPECIALIDAD

MEDICINA DEL ENFERMO PEDIATRICO EN ESTADO CRÍTICO

ASESORES	FIRMAS
CLÍNICO: DRA. MARICELA GARCIA ARELLANO	
CO - ASESOR DRA. DEYSI GUADALUPE HERNANDEZ ORTIZ	
ASESOR METODOLOGICO: DR. JUAN MANUEL MARQUEZ ROMERO	
SINODALES	
JEFE DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO CLÍNICO DE LA FACULTAD DE MEDICINA	COORDINADOR DE LA ESPECIALIDAD



CHMH

Conlago 100

CARTA DE AUTORIZACION DE TESIS



[Handwritten signature]

DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOFO
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

[Handwritten signature]

DR. VICTOR A. MONROY COLLIN
JEFE DE SERVICIO DE PEDIATRIA

[Handwritten signature]

DRA. MARICELA GARCIA ARELLANO
PROFESOR TITULAR DEL POSGRADO DE MEDICINA DEL ENFERMO
PEDIATRICO EN ESTADO CRITICO / ASESORA DE TESIS

[Handwritten signature]

DRA. DEYSY GUADALUPE HERNANDEZ ORTIZ
ASESORA DE TESIS

C.c.p. Jefatura de Enseñanza e Investigación CHMH
C.c.p. Archivo



**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

CI/045/20
Aguascalientes, Ags., a 13 de Julio de 2020

**DR. SINAHÍ JESÚS FIGUEROA FLORES
INVESTIGADOR PRINCIPAL**

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión Virtual (por contingencia) del día 18 de Junio de 2020, con número de registro 2020-R-15 revisó y decidió Aprobar el seguimiento del proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LIQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACIÓN (ÍNDICE DE OXIGENACIÓN-PAO2/FIO2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL CHMH. ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO" Versión 2.

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**DR. JOSÉ MANUEL ARREDOLA GUERRA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CEI/45/19

Aguascalientes, Ags., a 15 de Julio de 2019.

DRA. DEYSI GUADALUPE HERNANDEZ ORTIZ
INVESTIGADORA PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del 11 de Abril de 2019, con número de registro **2019-R-14**, revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LÍQUIDOS COMO MEJORA DE OXIGENACIÓN (ÍNDICE DE OXIGENACIÓN -PaO₂/Fio₂) EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL CHMH. ENSAYO CLINICO ALEATORIZADO"

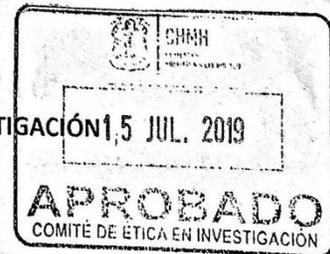
Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA

SECRETARIO TÉCNICO DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*

Av. Gómez Morán s/n, Col. La Estación la Alameda C.P. 20250
Aguascalientes, Ags.

T. 449 994 67 20
www.chmh.gob.mx



DRA. MARÍA DE LA LUZ TORRES SOTO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

FECHA: 03 Enero 2022

P R E S E N T E

Estimada Dra. Torres:

En respuesta a la petición hecha al médico residente *SINAHÍ JESÚS FIGUERDA FLORES*, relacionada a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LIQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACIÓN (INDICE DE OXIGENACIÓN -PAO2/FIO2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO. ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO

Me permito informarle que, una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E


Dra. Maricela García Arellano


Dra. Deysi Guadalupe Hernández Ortiz

ASESOR DE TESIS
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

c.c.p. Coordinación de Investigación, CIBIM.
c.c.p. Secretaría de Investigación y Psiquiatría del Centro de Ciencias de la Salud, SSAN.
c.c.p. Archivo



Av. Gómez Morán s/n Fracc. La Estación CP20250
Aguascalientes, Agt.

Tel. 449946720

Secretaría de Salud de Aguascalientes



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa 07/03/22

NOMBRE: SINAHÍ JESÚS FIGUEROA FLORES ID 288715

ESPECIALIDAD: MEDICINA DEL ENFERMO PEDIÁTRICO EN ESTADO CRÍTICO LGAC (del posgrado): Cuidados Cardiointensivos

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico

TÍTULO: USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LÍQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACIÓN (ÍNDICE DE OXIGENACIÓN-PAO2/FIO2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO. ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): EVALUACIÓN DE MANEJO TERAPÉUTICO DE PACIENTES PEDIÁTRICOS

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumpe con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutoral, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (a) jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- NO Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

SI
No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Dr. Ricardo Ernesto Ramírez Orozco

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

Dra. Paulina Andrade Lozano

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En concordancia con el Art. 120 del Reglamento General de Docencia que a la letra refiere entre las funciones del Consejo Académico... Cobrar la exhibición territorial del programa de posgrado y el Art. 120F las funciones del Secretario Tesis, tener el seguimiento de la misma.



AGRADECIMIENTOS

Dedicado a todos los niños que requieren cuidados críticos.

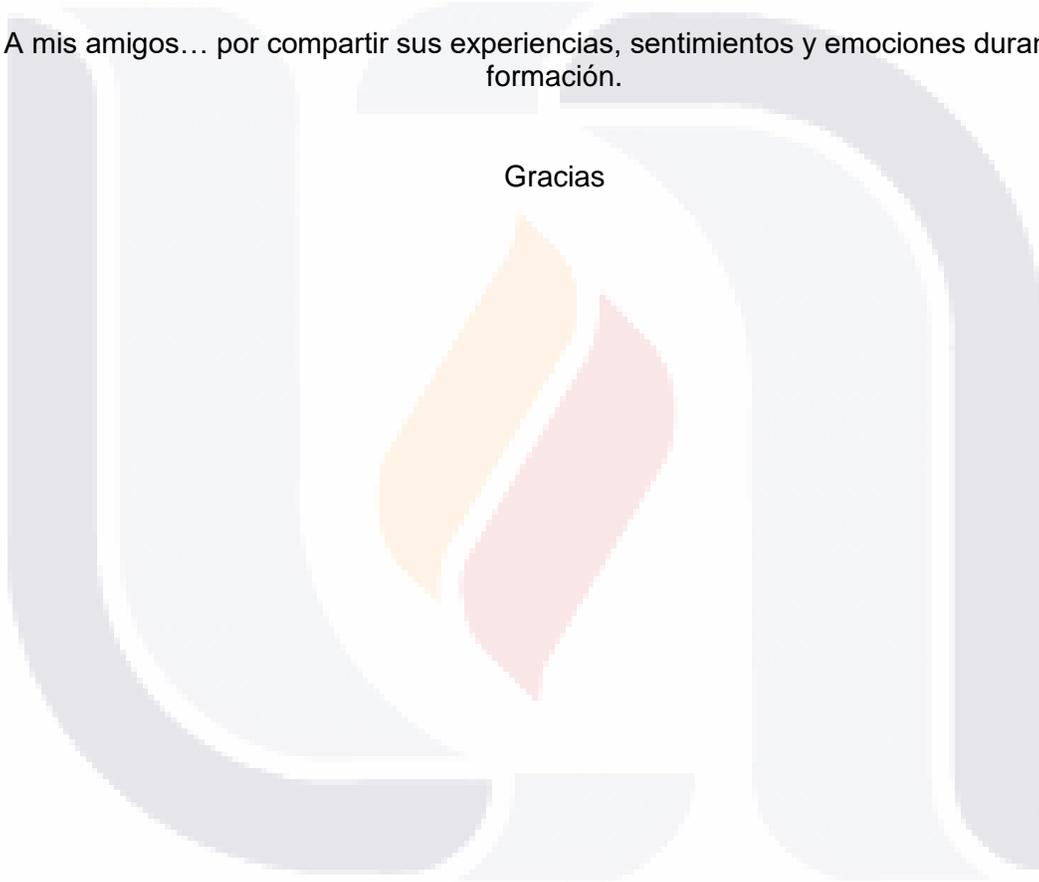
A mi familia; por darme la oportunidad de estudiar y seguir adelante.

A mi esposa, por siempre mantener mi ánimo elevado.

A mis maestros y asesores, por compartir su conocimiento.

A mis amigos... por compartir sus experiencias, sentimientos y emociones durante la formación.

Gracias



INDICE GENERAL

Contenido	Página
Índice general.....	1
Índice de gráficas.....	2
Índice de Tablas y Figuras.....	2
Acrónimos.....	3
Resumen	4
Resumen en inglés (Abstract)	6
Introducción.....	8
Capitulo I. Marco Teórico.....	9
Justificación	19
Pregunta de investigación.....	20
Hipótesis	20
Objetivos	20
Capitulo II. Metodología del estudio.....	22
Tipo de estudio	22
Universo de trabajo.....	22
Criterios de inclusión y exclusión.....	22
Variables.....	22
Plan de análisis estadístico.....	25
Método de selección muestra.....	25
Materiales y Métodos	26

Capitulo III. Resultados.....	30
Capitulo IV. Discusión	35
Conclusiones	44
Glosario	45
Bibliografía	46
Cronograma del proyecto de investigación	51
Anexos.....	52

Índice de gráficas

Gráfica 1. Distribución demográfica en porcentaje.....	30
Gráfica 2. Diagnóstico de ingreso a UCIP.....	31
Gráfica 3. Correlación Líneas B y Estancia hospitalaria.....	33
Gráfica 4. Descripción de tratamiento	34
Gráfica 5. Motivo de egreso UCIP.....	34

índice de tablas y figuras

Figura 1. Artefactos de Ultrasonido pulmonar.....	11
Figura 2. División de cuadrantes a insonar durante la evaluación de ecografía pulmonar.....	27
Figura 3. División de cuadrantes a insonar durante la evaluación de ecografía pulmonar.....	27
Figura 4. Algoritmo de manejo según ultrasonido pulmonar.....	28
Tabla 1. Distribución por grupos en base al tratamiento utilizado.....	33

ACRÓNIMOS

APEV: Agua pulmonar extravascular

IAAS: Infecciones asociadas a la atención en salud

IO: Índice de oxigenación

NAVM: Neumonía asociada a ventilación mecánica

PaFi: Índice PaO₂/FiO₂

PIM o PIP: Presión inspiratoria pico

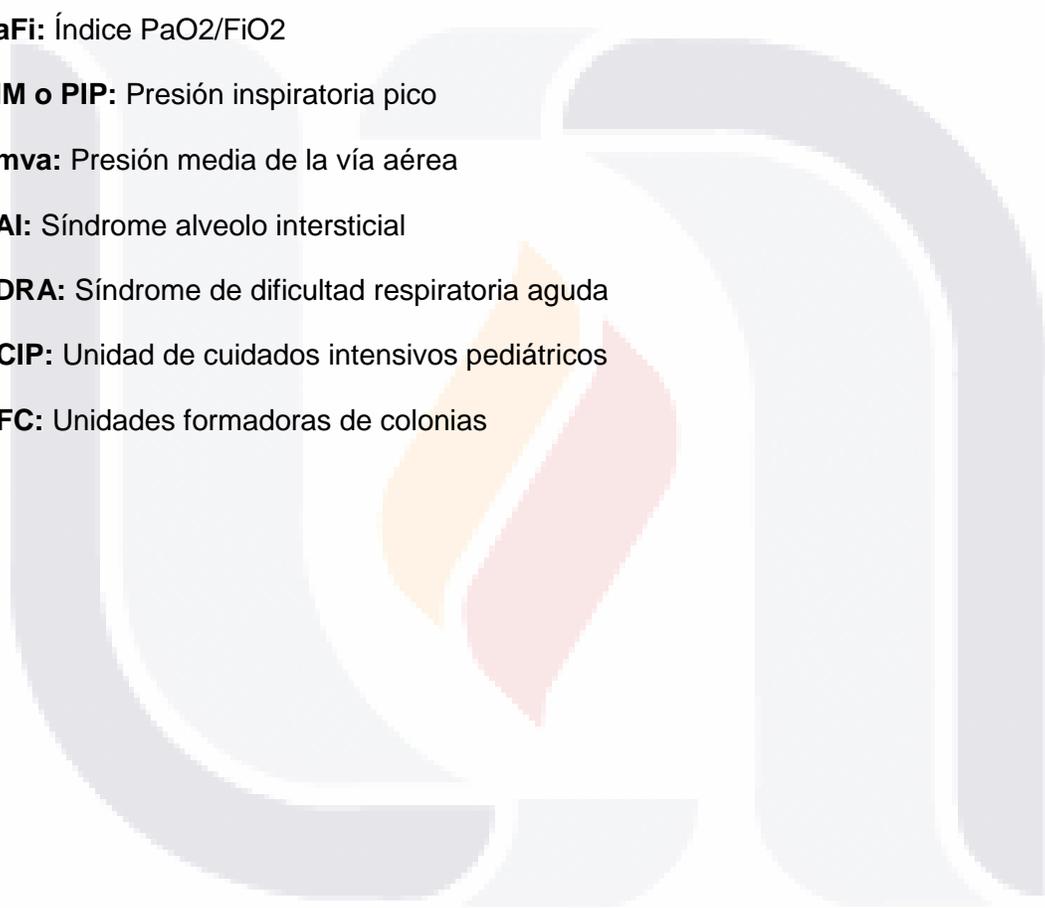
Pmva: Presión media de la vía aérea

SAI: Síndrome alveolo intersticial

SDRA: Síndrome de dificultad respiratoria aguda

UCIP: Unidad de cuidados intensivos pediátricos

UFC: Unidades formadoras de colonias



RESUMEN

Introducción: El ultrasonido pulmonar ha fortalecido el diagnóstico y tratamiento en patologías críticas; entre ellas neumotórax, neumonía, derrame pleural, síndrome alveolo intersticial. El presente documento es la parte II de II, dando continuidad en completar la muestra mínima para lograr relevancia estadística, al haber patologías nuevas se puede ampliar su alcance diagnóstico para la intervención oportuna y monitoreo. En la parte I del ensayo clínico se buscó como **objetivo** determinar si el uso del ultrasonido pulmonar influye en la toma de decisiones respecto al manejo hídrico y de la mejora de la oxigenación en la población estudiada, así como evaluar la relación del US Pulmonar con la incidencia de NAV y los días de estancia en la UCIP.

Se realizó estudio clínico, observacional, prospectivo y aleatorizado que incluyó 68 pacientes ingresados en la UCIP, en edad pediátrica no neonatal sometidos a intubación endotraqueal y ventilación mecánica. Fueron categorizados en dos grupos de 34 pacientes cada uno; en el primero se realizó ultrasonido pulmonar en seis campos explorados diariamente durante su estancia en la UCIP como herramienta disponible para la toma de decisiones bajo la propuesta de un flujograma de manejo y el segundo grupo en quienes no se realizó ultrasonido, fundando la toma de decisiones en forma empírica y tradicional. Se estudió en ambos grupos la influencia de variables de oxigenación (PaO_2/FiO_2-IO) así como la incidencia de neumonía asociada a ventilador, días de ventilador y días de estancia en la UCIP.

Las variables se compararon entre los grupos por medio de análisis bivariado mediante la prueba de χ^2 y prueba *t de student* para muestras independientes.

En los **resultados** no se obtuvo significancia estadística en ambos grupos para la media del índice de oxigenación o en el índice PaO_2/FiO_2 , días de estancia, parámetros de ventilación. Sin significancia estadísticamente significativa para la incidencia de NAV.

Las **conclusiones** de este trabajo, hacen destacar el Ultrasonido como una herramienta útil para la toma de decisiones en el manejo del paciente pediátrico críticamente enfermo, no encontramos significancia estadística para influir mediante mayor control hídrico en la oxigenación; así como tampoco se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la disminución de los días de estancia en la Unidad de cuidados intensivos pediátricos de nuestro hospital. Los autores asumimos que potencialmente en el grupo de pacientes a quienes no se les realizó ultrasonido pulmonar los clínicos tratantes al verse privados del

ultrasonido a pie de cama, pudieron por acuciosidad clínica, extremar la intensidad de restricción hídrica así como del uso de diuréticos y/o terapias de soporte renal a fin de conseguir metas de oxigenación y ventilación.

Palabras clave: Ultrasonido pulmonar, líneas B, índice de oxigenación, PaO_2/FiO_2 , agua extravascular pulmonar, días de estancia.



ABSTRACT

Introduction: Lung ultrasound has strengthened the diagnosis and treatment of critical pathologies; including pneumothorax, pneumonia, pleural effusion, interstitial alveolus syndrome. This document is part II of II, continuing to complete the minimum sample to achieve statistical relevance, as there are new pathologies, its diagnostic scope can be expanded for timely intervention and monitoring. In part I of the clinical trial, the **objective** was to determine whether the use of Lung ultrasound influences decision-making regarding water management and the improvement of oxygenation in the studied population, as well as to evaluate the relationship of Lung ultrasound with the incidence of VAP and days of stay in the PICU.

A clinical, observational, prospective and randomized study was carried out that included 68 patients admitted to the PICU, of non-neonatal pediatric age, who underwent endotracheal intubation and mechanical ventilation. They were categorized into two groups of 34 patients each; In the first, a lung ultrasound was performed in six fields explored daily during their stay in the PICU as a tool available for decision-making under the proposal of a management flowchart, and the second group in whom ultrasound was not performed, based on decision-making. in an empirical and traditional way.

The variables were compared between groups by means of bivariate analysis using Chi² test and Student's t test for independent samples. In **the results**, statistical significance was not obtained in both groups for mean Oxygenation Index, or the PaO₂/FiO₂ index, days of stay, ventilation parameters. Not statistically significant for the incidence of VAP (Ventilator Associated Pneumonia).

The **conclusions** of this work highlight Ultrasound as a useful tool for decision-making in the management of critical ill pediatric patient. We did not find statistical significance to influence oxygenation through greater fluid control. Nor was a statistically significance difference found in the reduction of the days of stay in the pediatric intensive care unit of our hospital. The authors assume that potentially in the group of patients who did not undergo lung ultrasound, the treating clinicians, being deprived of bedside ultrasound, were able, due to clinical diligence, to increase of water restriction as well as the use of diuretics and/or renal support therapies in order to achieve oxygenation and ventilation goals.

Key words: Lung ultrasound, B Lines, oxygenation index, PaO_2/FiO_2 , Pulmonary extravascular water, days of stay.



INTRODUCCION

En las unidades de cuidados intensivos en pediatría sigue siendo las causas respiratorias principales motivos de egreso, requiriendo monitoreo multimodal y soporte respiratorio invasivo y no invasivo.

Es innegable la utilidad del ultrasonido pulmonar en el manejo respiratorio pleuropulmonar del paciente crítico tanto en adultos como en niños. El presente ensayo clínico es ejemplo de aplicación como herramienta para toma de decisiones en el manejo de fluidos en pacientes con ventilación mecánica; y su impacto en la oxigenación. El uso del ultrasonido pulmonar cambió el manejo de los pacientes en base a la presencia de líneas B, sin encontrar diferencia significativa en cuanto a los días de ventilación mecánica respecto a lo que se estimaba en la primera edición de éste ensayo clínico.

La incidencia de neumonía asociada a la ventilación mecánica fue similar en ambos grupos, como se desglosa más adelante en el apartado de resultados. En nuestro estudio, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el uso o no del ultrasonido pulmonar en los objetivos propuestos; pero quedando demostrado que el Ultrasonido Pulmonar es una herramienta muy útil para el diagnóstico del síndrome alveolo – intersticial y de la sobrecarga hídrica.

CAPITULO I. MARCO TEORICO

Antecedentes de ultrasonido

Desde la antigüedad se conoce la acústica, siendo Pitágoras en la antigua Grecia, Descartes, Snell y Huyghens quienes enunciaron las leyes de la refracción de las ondas, sembrando las bases del estudio de las ondas acústicas (Lichtensein, 2008; Valdovinos, 2016).

Al día de hoy el “Efecto Doppler” del ultrasonido se hace relevante en la aplicación clínica, aunado al descubrimiento del “efecto Piezoelectrico”, se pudo incrementar el uso de las ondas de ultrasonido; en el campo médico se ha usado desde la década de 1950 para diagnóstico (Lichtenstein, 2008; Valvodinos, 2016). Con la aparición de los microprocesadores en la década de 1970, se pueden lograr las primeras imágenes anatómicas en escala de grises, y para la década de 1980, las imágenes se pueden realizar en tiempo real, a bajo costo, y principalmente, portátil.

Se han retirado los mitos en que el ultrasonido pulmonar, debido a la características ultrasonográficas y la aparente anecogenicidad, no se consideraba como una herramienta importante, y desde 1980 se ha ido introduciendo en la práctica clínica. (García, 2014).

Fundamentos básicos de ultrasonido

El ultrasonido a través de sus ondas mecánicas con frecuencias mayores a 20 000 Hz y el pulso de ultrasonido se genera por el transductor al entrar en contacto con la piel, el cual cristales piezoeléctricos en su porción distal, que cambian conforme a la energía eléctrica. El estímulo eléctrico genera un aumento en la frecuencia y convierte la energía eléctrica en ultrasonido. Estas ondas viajan a través de los tejidos subyacentes y pueden reflejarse, absorberse o atenuarse conforme a su impedancia acústica (Colmenero, 2010).

Las ondas generadas se procesan y forman imágenes en escala de grises, que se observan en la pantalla del equipo.

Denominamos ecogenicidad a la capacidad de los tejidos para producir ecos. En función a ello, la imagen ultrasonográfica se pueden categoriza como: anecoica, hipoecoica e hiperecoica.

- Anecoicas: el haz de ultrasonido atraviesa un medio sin interfases. Se visualizan como imágenes negras (no hay ecos).

- Hipoecoicas o hipoecogénicas: el ultrasonido atraviesa interfases con poca diferencia de impedancia. Se visualizan como imágenes grisáceas (ecos de poca intensidad).
- Hiperecoicas o hiperecogénicas: el haz atraviesa estructuras con una gran diferencia de impedancia. Se visualizan como imágenes blancas (ecos de gran intensidad).

Los transductores transmiten las ondas de ultrasonido a diferentes frecuencias, lo que permite tener tanto penetración como definición (Lichtenstein, 1997):

- Transductor curvo, 2 a 5MHz: Penetración alta, resolución baja, se utiliza en tejidos profundos, como en Obstetricia, pélvis, abdomen.
- Transductor Lineal, 7 a 15MHz: Penetración baja, resolución alta, usado en tejidos superficiales, habitualmente para bloqueo de nervios periféricos.

En el pulmón el aire no deja atravesar el ultrasonido a diferencia del agua que permite un paso extraordinario, a razón de sus impedancias acústicas tan distintas lo que provoca además que el área de contacto de estas dos estructuras genere imágenes hiperrefringentes (blanco intenso). En la imagen sonográfica del pulmón sano se observara una primera línea hiperecoica que traduce la pleura normal desplazandose en un movimiento de vaivén acorde al ciclo respiratorio (deslizamiento pleural o "*sliding sign*") (Lichstenstein, 2008).

En el pulmón normal, los haces de ultrasonido son incapaz de penetrar más allá de la pleura, por lo que no deberían observarse estructuras, y debido a las estructuras contiuas se generan unos artefactos en la pantalla del ecógrafo consistentes en unas líneas hiperecogénicas subyacentes, paralelas y equidistantes a la línea pleural denominadas líneas A (Figura 1A) producidas por repetición de la línea pleural, las cuales indican aire (Valdovinos, 2016).

Las líneas B artefacto en cola de cometa, hiperecoica, que inicia en la pleura y se extiende hasta el fondo de la pantalla, borra u oblitera las líneas A, y presenta movimiento respirofásico. Lo que debemos saber de este es que se produce al incidir el ultrasonido sobre gotas de agua entre burbujas (Figura 1B) (García, 2014).

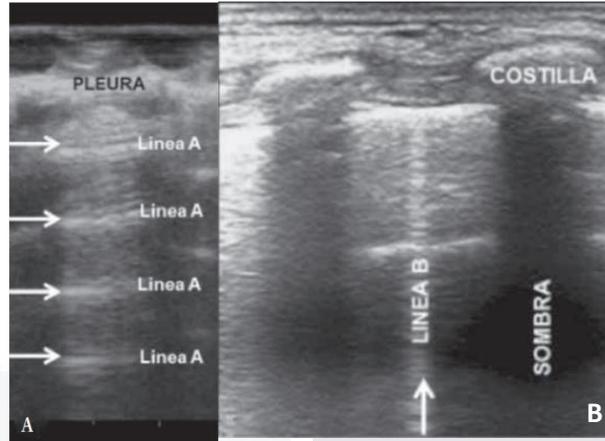


Figura 1. Artefactos de Ultrasonido pulmonar tomado de Valdovinos LR. Utilidad de la ecografía en la patología respiratoria. 2016;55–61.

Las imágenes sonográfica que emite el pulmón depende de la relación “aire/fluido” en su interior. En el pulmón normal domina el aire con las líneas A por debajo de la línea pleural (Heili, 2014).

Para explorar el tórax ecográficamente, se divide la caja torácica en 6 cuadrantes principales; cara anterior limitada por esternón y línea axilar anterior, cara lateral a continuación llegando hasta línea axilar posterior y cara posterior hasta columna vertebral; a su vez podemos dividir estas en superior e inferior. El líquido pleural se buscará en campos declives y el aire en los más anteriores (Stefanidis, 2012).

En el niño, la valoración se realiza como en el adulto, con algunas diferencias, como en especial la imagen del timo (Colmenero, 2010; Lichtenstein, 1997).

En la edad pediátrica las sondas lineales ayudan en la valoración de patologías parenquimatosas más profundas; con menor cantidad de los artefactos denominados líneas B que sondas de huella curva como las cóncav o microcóncav (Lichtenstein, 2009).

Por lo tanto, el ultrasonido pulmonar es un estudio de suma importancia en diferentes patologías en terapia intensiva pediátrica como son las consolidaciones, neumotórax, derrame pleural, diafragma, síndrome intersticial, para fines de este estudio la patología en la cual nos enfocaremos es en el síndrome intersticial dependiendo del número de líneas B, así como de los índices de oxigenación.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Durante las últimas dos décadas, el ultrasonido pulmonar aporta valioso beneficio diagnóstico – terapéutico, como seguimiento de enfermedades pulmonares en el paciente críticamente enfermo (García, 2014).

La ecografía pulmonar cada vez se utiliza en pacientes críticamente enfermos, su aplicación en niños ha sido poco evidenciada (Heili, 2014).

La evaluación diagnóstica del síndrome alveolar-intersticial incluye radiografía de tórax y tomografía computarizada. La Tomografía de tórax se considera la prueba "estándar de oro" para el diagnóstico de la mayoría de los trastornos pulmonares en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Sin embargo, es posible que se requieran exámenes seriados de tomografía para seguir el curso clínico de los trastornos pulmonares y los resultados de la terapia que aumentan la exposición a la radiación; existen varios estudios de bibliografía donde se compara la tomografía pulmonar para detección de síndrome alveolo-intersticial, versus ultrasonido siendo adecuada la concordancia entre ambos estudios (Stefanidis,2012).

El ultrasonido es una herramienta indispensable en el servicio de urgencias y en la unidad de cuidados intensivos debido a su accesibilidad y versatilidad a la cabecera del paciente, reproducible indefinidamente para evaluar la respuesta a medidas de tratamiento para revisión de pacientes en situaciones graves, carecer del uso de radiación ionizante, bajos costos la técnica de realización y mantenimiento del equipo (Picano, 2016).

Es bastante útil en el tratamiento dinámico de las enfermedades pleuro pulmonares. Es excelente su aplicación en la evaluación del agua pulmonar y derrame, al igual que en el síndrome de dificultad respiratoria aguda, patología de alta morbilidad en las unidades de cuidados intensivos. El corazón y el pulmón comparten la cavidad torácica y están relacionadas anatómicamente y fisiológicamente, por lo que complementa a la información hemodinámica de la ecocardiografía con la valoración del agua extravascular pulmonar, e informa de las condiciones pulmonares existentes (García, 2014).

La sensibilidad y especificidad del ultrasonido son 92% y 93% para el derrame pleural, 90% y 98% para la consolidación alveolar, 93% y 93% para el síndrome intersticial, 100% y 96% para el neumotórax (Lichtenstein, 2009).

El síndrome alveolar-intersticial del pulmón incluye varias afecciones heterogéneas con afectación difusa del intersticio y deterioro de la capacidad de intercambio alveolocapilar,

que conduce a una insuficiencia respiratoria más o menos grave. Tales condiciones son crónicas (p. ej., Fibrosis pulmonar) o agudas (por ejemplo, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), edema pulmonar agudo, neumonía intersticial) (Volpicelli, 2006).

En pacientes con edema pulmonar, el edema intersticial es un paso silencioso que precede al edema alveolar.

El exceso de líquido primero se acumula a lo largo de los septos interlobulares, que no están involucrados en los intercambios de gases. El fluido a presión alcanza los tabiques interlobulares subpleurales (accesibles mediante el análisis de ultrasonido). Cuando se excede la capacidad de reabsorción linfática (es decir, cuando el líquido intersticial aumenta en un 50%), el líquido comienza a verter en los alvéolos. Este paso inicia el edema alveolar, con alteración del intercambio de gases y signos clínicos (Lichtenstein, 2012).

El síndrome alveolo-intersticial es raramente diagnosticado, debido principalmente a la falta de conocimiento de los requisitos para su definición (presencia de colas de cometa) (Stefanidis, 2012).

El Agua pulmonar se refleja a través de las líneas B en el ultrasonido. Así, las líneas separadas entre sí alrededor de 7 mm se corresponden con edema intersticial, y las que se distancian 3 mm significan presencia de edema alveolar. El ultrasonido no es capaz de distinguir el tipo de líquido sea agua, pus, o proliferación tisular, tampoco puede distinguir el mecanismo que produce el paso desde el vaso al intersticio (hidrostático o por aumento de la permeabilidad) (Colmenero, 2010).

Los cometas pulmonares por ultrasonido traducen síndrome intersticial en un 93% con respecto a la radiografía de tórax y en el 100% con la tomografía de tórax. (Stefanidis, 2012).

La publicación Fluid Administration Limited by Lung Sonography documento buena correlación del perfil de líneas A o líneas A/B con una baja presión en cuña de la pulmonar, y un perfil de líneas B con una presión de cuña pulmonar de 18 mmHg o mayor (Stefanidis, 2012).

Se han aportado en la bibliografía internacional signos ultrasonográficos de apoyo para el diagnóstico diferencial de síndrome alveolo-intersticial, entre ellos algunos para edema por aumento de la permeabilidad se encuentran las denominadas zonas parcheadas, la ausencia de deslizamiento pleuropulmonar y consolidaciones (Colmenero, 2010). Para la

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

correlación del síndrome alveolo intersticial y su intensidad, se ha propuesto por algunos autores, el cuantifica el edema pulmonar mediante la medición del agua pulmonar extravascular (APEV) (Baldi, 2013). Siendo piedra angular en la exposición de nuestro protocolo.

Agricola y cols; utilizaron un puntaje ecografico que suma el total de líneas B encontradas, lo que corresponde moderadamente al agua pulmonar extravascular cuantificada por el método de termodilución transpulmonar. Su uso clínico, categoriza el edema pulmonar de la siguiente manera (de 3-5 líneas B), leve (de 5–15), moderado (de 15–30) o grave (más de 30) (Agricola, 2005).

En algunos casos, resulta de mucha ayuda, cuando el umbral de edema pulmonar aun no es suficiente para manifestarse de manera radiológica, que suele producirse con un incremento del 50–75% por encima de la normalidad del agua pulmonar extravascular (Picano, 2016).

El patrón ecográfico intersticial, se correlaciona con la hipoxemia y a su vez con el grado de edema pulmonar por la interferencia en la hematosis. (Fuentealba et al, 2012).

El agua pulmonar extravascular se encuentra distribuida: intersticial, alveolar, intracelular y linfático, excepto el líquido pleural. Su cuantificación es por termodilución transpulmonar (Ardila, 2015).

La termodilución sigue siendo el estándar de para medir la APEV en pacientes críticos, teniendo correlación entre su valor y el riesgo de muerte y complicaciones en pacientes con edema pulmonar (Dexheimer, 2012). Cabe mencionar, de manera indirecta, el ultrasonido pulmonar, puede ayudar en la determinación del APEV, tomando en cuenta que la termodilución transpulmonar, no es un método accesible, ya sea por falta del dispositivo, contraindicaciones y/o dificultades para la canulación (Noble, 2009).

El agua pulmonar extravascular es un marcador de severidad de daño pulmonar, y su conocimiento puede mejorar el resultado en pacientes críticos, ayudando a guiar la terapia de reposición de volumen (Arikan, 2012; Sakka, 2002; Tagami, 2018; Volpicelli, 2006; Stefanidis, 2012)

El agua pulmonar extravascular es una variable clave en el tratamiento y pronóstico de la insuficiencia cardíaca, pero su evaluación objetiva sigue siendo difícil de alcanzar. La imagen pulmonar se ha considerado tradicionalmente fuera de los límites para las técnicas de ultrasonido debido a la barrera acústica de la pared de aire de alta impedancia. Sin embargo, en la congestión pulmonar, la presencia de aire y agua crea una huella de eco

peculiar. El ultrasonido pulmonar muestra líneas B, señales de tipo cometa que surgen de una línea pleural hiperecoica con un movimiento de vaivén sincronizado con la respiración. El aumento de la acumulación de APEV cambia la señal normal sin eco (pulmón negro, no APEV) en un patrón en blanco y negro (edema subpleural intersticial con múltiples líneas B) o en un patrón de pulmón blanco (edema pulmonar alveolar) con coalescencia B-líneas. Las líneas B húmedas se hacen con agua extravascular, disminuyen con los diuréticos y con medidas de restricción. Las líneas B pueden evaluarse en cualquier lugar (incluidas condiciones ambientales extremas con instrumentos de bolsillo para detectar edema pulmonar a gran altura), en cualquier momento (durante la diálisis para valorar la intervención), por cualquier persona (incluso un ecógrafista novato después de 1 h de entrenamiento) y en cualquier persona (ya que la ventana acústica del tórax generalmente permanece patente cuando la ecocardiografía no es factible).

Las líneas B representan "la forma del agua de pulmón". La sobrecarga de líquidos es común en los enfermos críticos y se cree que contribuye al fracaso de la oxigenación y la mortalidad, así como incrementa el riesgo de infección asociada a la atención en salud y días de estancia en la unidad de cuidados intensivos (Arikan, 2012).

La sobrecarga hídrica sigue siendo marcador de gravedad, más que un factor predictor independiente de mortalidad. En el paciente pediátrico grave, la sobrecarga hídrica se relaciona al aumento de la tasa de mortalidad en casos de lesión pulmonar aguda, cirugía cardíaca mayor, sepsis grave y choque séptico (Boyd, 2011).

El exceso de agua corporal en el control hídrico consecutivo impacta en la perfusión y favorece falla orgánica múltiple (Caballero, 2012).

Enfermedades que afectan la presión coloidosmótica favorecen la extravasación de agua al intersticio pulmonar y son factibles de cuantificarse por ultrasonido (Tsukimoto, 2017).

Las enfermedades pulmonares con afectación del espacio alveolar y el intersticio (síndrome alveolar-intersticial) son comunes en los pacientes crítico, en adultos, niños y recién nacidos, por lo que la técnica no difiere (Lichtenstein, 2009).

Bharti Yadav et al. Encontraron en el año 2019 en un estudio prospectivo del año 2015 al 2016, en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda, mayor severidad de la enfermedad, puntuaciones al ingreso, el desarrollo de neumotórax y un balance de líquidos positivo a las 48 horas se asocia a un incremento en la mortalidad (Yadav, 2019).

La reanimación del paciente grave debe ser rápida enfocada al mantenimiento de la oxigenación y perfusión (Crosara, 2015).

Pulmón órgano de choque con basto tejido intersticial capaz retener APEV, principalmente en procesos inflamatorios sistémicos (Carrillo, 2017). El edema produce aumento de la tensión intersticial y colapso alveolar, lo que incrementa el cortocircuito intrapulmonar, altera la relación ventilación perfusión, y bajo gasto cardiaco con hipoxia, y aumenta el riesgo uso de ventilación mecánica. La reabsorción del líquido intersticial pulmonar es a través de los linfáticos, en estados inflamatorios y en sobrecarga hídrica, como cuando incrementa la presión venosa y auricular de retorno, la función linfática disminuye, lo que acentúa el edema pulmonar y enlentece su resolución (Tsukimoto, 2017).

Índices de oxigenación

Índice PaFi (PaFi): ampliamente utilizado para el abordaje del paciente con síndrome de distrés respiratorio agudo (Crosara, 2015), al igual que el Índice de oxigenación (IO) recomendado sobre la PaO_2/FiO_2 como métrica primaria de gravedad para categorizar el SDRA pediátrico. > 16 =SDRA grave, $8-16$ = SDRA moderado, $4-8$ = SDRA leve (Donoso, 2016).

Diagnóstico de Neumonía asociada a Ventilación Mecánica (NAV)

Se presenta en pacientes con asistencia mecánica a la ventilación o su antecedente en por lo menos 48 hora (Heili, 2014), ha estandarizada su definición por tres criterios:

Criterios Radiológicos: infiltrado nuevo, progresivo o persistente, **Clínicos y Bioquímicos:** fiebre, distermia, leucopenia, leucocitosis o mayor requerimiento de parámetros ventilatorios

Y por lo menos dos de los siguientes: Expectoración de reciente inicio o cambio en características del esputo, incremento de secreciones respiratorias o de necesidad de aspiración, inicio o empeoramiento de tos, disnea y taquipnea, estertores, consolidación, alteración o empeoramiento de intercambio de gases (ej. Desaturación de oxígeno $PaO_2/FiO_2 \leq 240$)

Laboratorio específico

Por lo menos uno de los siguientes:

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Secreciones respiratorias purulentas (definidas como > 25 neutrófilos y <10 células epiteliales).
 - Cultivo positivo de secreción bronquial (excluye biota normal/oral, cándida o levaduras no especificadas, estafilococos coagulasa negativos, enterococos), de acuerdo a lo establecido en los lineamientos de vigilancia epidemiológica por laboratorios de las IAAS.
 - Secreciones respiratorias purulentas con cultivo endotraqueal positivo (>105 UFC/ml), lavado bronco-alveolar (> 104 UFC/ml), Cultivo de biopsia (>104 UFC), Cultivo de cepillado protegido (>103 UFC), de acuerdo a lo establecido en los lineamientos de vigilancia epidemiológica por laboratorio de las IAAS.
 - Cultivo de líquido pleural positivo obtenido por toracocentesis o histopatología de biopsia pulmonar positiva o pruebas positivas para virus o microorganismos atípicos, de acuerdo a lo establecido en los lineamientos de vigilancia epidemiológica por laboratorio de las IAAS (Carrillo et al, 2011).

Los criterios diagnósticos de la presencia de una consolidación pulmonar son los siguientes: Patrón tisular: similar al del tejido de órganos sólidos como el hígado. Es el único criterio imprescindible, el resto se consideran adicionales, como por ejemplo:

- Ubicado en segmentos, lóbulos o inclusive todo el pulmón, ausencia de artefactos (líneas A o B), ausencia del “signo del senoide”, presencia de “broncograma aéreo” y “alveograma aéreo”, signo del límite irregular (*shred sign*, signo de la *scie* o dientes de sierra), visualización de arterias y venas pulmonares intraparenquimatosas.

El ultrasonido tiene mayor sensibilidad que la placa radiográfica clásica y la tomografía computada en la documentación de necrosis y abscesificación de las neumonías, observando imagen hiperecoica puntiforme en el seno de la condensación, que se traduce en el signo del broncograma aéreo (Colmenero, 2010).

Durante el periodo del estudio, se suscitó la pandemia generada por el coronavirus, por primera vez descrito en la colonia de Wuhan, China en el 2019, y que se diseminó ampliamente por el mundo entero. En México, para Marzo del 2021, se habían acumulado

2.2 millones de casos de Covid – 19 y más de 200,000 muertes (Colchero, 2021). Y en muchos países, el ultrasonido pulmonar, ha sido referido como una herramienta clave en el manejo clínico de los pacientes con daño pulmonar asociado a la infección por la Covid – 19. Y en nuestro hospital, al ser centro de referencia, se hace una mención especial en estos pacientes, incluyéndolos en el estudio. La información obtenida, hace ver que los niños presentan formas leves de infección por Covid – 19, con respecto a los adultos, por lo tanto, el uso de la tomografía computarizada pulmonar debe limitarse en esta población y la baja sensibilidad de los estudios de imagen de rutina como los Rayos X, tienen baja sensibilidad y especificidad, por esta razón, el ultrasonido pulmonar, ha ido incrementando su uso para el diagnóstico de enfermedades respiratorias, incluso la Covid – 19; mostrando que la relación entre el estudio tomográfico pulmonar y ultrasonido pulmonar, es bastante buena, y en adultos se pudo correlacionar con la severidad de la enfermedad (Guitart, 2021). De esta manera en aquellos casos donde los pacientes presentaban inestabilidad hemodinámica, respiratoria o alto riesgo de contagio por la Covid – 19, el ultrasonido pulmonar podría ser la mejor opción debido a su fácil accesibilidad a realizar en la cama del paciente, no usar radiación ionizante y más barato que realizar una tomografía pulmonar (Guitart, 2021). Además de poder utilizar los mismos patrones ultrasonográficos, que muestran los adultos: Describir tipos de neumonía, incluyendo varias formas de líneas B (patrones descritos previamente en este estudio), línea pleural irregular o fragmentada, derrame pleural y ausencia de movimiento pleural. Siendo lo más frecuente en pediátricos, la consolidación subpleural < 1cm, y consolidación alveolar (similar a lo encontrado en los reportes de adultos) (Guitart, 2021).

JUSTIFICACIÓN

La unidad de cuidados intensivos pediátricos del Centenario hospital Miguel Hidalgo, cuenta actualmente con 8 camas; atiende a población pediátrica desde la edad neonatal (cardiociugía) hasta los 18 años. Por frecuencia, las causas de egreso de la Unidad de cuidados intensivos pediátricos del Centenario hospital Miguel Hidalgo ocupa el primer lugar la cirugía cardiovascular en un 28%, seguido de un 15.7% las causas respiratorias donde predominan las infecciones bajas y neumonías Cabe mencionar, que aunque la casuística del 2020 se vio influida por la Pandemia Covid – 19, el número de ingresos anual fue similar a los dos años previos, por lo que la realización de este estudio fue factible de completar el tamaño muestral calculado y utilizar el ultrasonido.

La realización de este estudio es factible el utilizar el ultrasonido como método auxiliar podremos diagnosticar si el paciente presenta síndrome alveolo intersticial y usarlo como herramienta para la toma de decisiones en el manejo de líquidos y valorar si existe mejoría en el índice de oxigenación e índice PaO₂/FiO₂ en el grupo de pacientes que se realice. El ultrasonido es seguro en el paciente pediátrico al igual que en el adulto, es accesible en nuestra Unidad y de bajo costo, cuenta con alta sensibilidad del 93% y especificidad 93%.

La aplicación del ultrasonido como auxiliar diagnóstico en las UCI Pediátricas y Neonatales es poco conocido. Consideramos plenamente justificado el llevar a cabo un ensayo clínico que ayude a determinar la magnitud del rol del ultrasonido en la toma de decisiones en pacientes pediátricos en la unidad de cuidados intensivos pediátricos.

Se buscará intencionalmente presencia de deslizamiento pleural, una vez identificado un patrón de líneas A o un patrón de líneas B por ultrasonido.

En caso de observarse patrón de líneas B, podremos diagnosticar conforme sus características el síndrome alveolo-intersticial. El diagnosticar el síndrome alveolo-intersticial (SAI) en la unidad de cuidados intensivos nos apoyará a dar seguimiento en el paciente pediátrico crítico, mejorar el balance hídrico, restricción de líquidos, mejorar índice de PaO₂/FiO₂ y el índice de oxigenación entre otros parámetros.

PREGUNTA DE INVESTIGACION

En pacientes aleatorizados de la Unidad de Cuidados intensivos pediátricos del CHMH, a quienes se les realiza ultrasonido pulmonar como guía de terapia hídrica comparados con aquellos a quienes no se les realiza ultrasonido pulmonar ¿Mejoran los índices de Oxigenación IO, PaO₂/FiO₂)?

HIPOTESIS

La mediana del promedio del IO y PaO₂/FiO₂ del grupo al que se le realice ultrasonido pulmonar para guiar la terapia hídrica será mayor que la del grupo a quienes no se les realice ultrasonido pulmonar.

HIPOTESIS NULA

La mediana del promedio de del IO y PaO₂/FiO₂ del grupo al que se le realice ultrasonido pulmonar para guiar la terapia hídrica no será mayor que la del grupo a quienes no se les realice ultrasonido pulmonar.

OBJETIVOS

GENERAL

Comparar la mediana del promedio del Índice de oxigenación y PaO₂/FiO₂ del grupo de pacientes a quienes se les realice ultrasonido pulmonar con la del grupo a quienes no se les realice el ultrasonido pulmonar.

ESPECIFICOS

- Comparar la media de días de estancia hospitalaria en la unidad de cuidados intensivos del grupo de pacientes a quienes se les realice ultrasonido pulmonar con la del grupo a quienes no se les realice el ultrasonido pulmonar
- Comparar la media de días de ventilación mecánica del grupo de pacientes a quienes se les realice ultrasonido pulmonar con la del grupo a quienes no se les realice el ultrasonido pulmonar

- Comparar la incidencia de neumonía asociada a la ventilación del grupo de pacientes a quienes se les realice ultrasonido pulmonar con la del grupo a quienes no se les realice el ultrasonido pulmonar



CAPITULO II. METODOLOGÍA

Tipo de estudio

- A) Ensayo clínico, observacional, prospectivo y aleatorizado

Universo de trabajo

- Todos los pacientes de la terapia intensiva pediátrica, quienes al ingreso o durante su estancia requieran ventilación mecánica invasiva y que sean sometidos aleatoriamente mediante tómbola.

Criterios de inclusión

- Todos los pacientes ingresados en la UCI pediátrica del Centenario hospital Miguel Hidalgo en el periodo con datos completos, y con ventilación mecánica invasiva (en área COVID y No COVID)

Criterios de exclusión

- Pacientes ingresados en quienes no se haya autorizado consentimiento informado
- Pacientes con cardiopatía congénita cianógena
- Pacientes con neumopatía crónica
- Pacientes quienes se encuentren sin ventilación mecánica

Variables dependientes

- IO (Índice de Oxigenación)
- PaO₂/FiO₂
- Días de estancia intrahospitalaria
- Días de Ventilación mecánica
- Neumonía asociada a la atención en salud
- Síndrome Alveolo-intersticial
- Graduación del requerimiento de ventilación mecánica
- Protocolo de abordaje basado en USG pulmonar

Variables Independientes

- Ultrasonido pulmonar

Definición Operacional

NOMBRE DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICION
PaO ₂ /FIO ₂	Cociente que mide indirectamente la lesión pulmonar Registrado en promedio diario	Determinado por la fórmula $PaO_2 / FiO_2 = PaO_2 / FiO_2$ (en porcentaje) x 100 Normal: Mayor 300	Cuantitativa
Índice de Oxigenación	Vigilancia de la hematosis en niños con falla respiratoria aguda. Registrado en promedio diario	Determinada por índice de oxigenación = $100 \times \text{Presión media vía aérea} \times FiO_2 / PaO_2$ Normal: Menor de 4	Cuantitativa
Síndrome Alveolo-intersticial	Caracterizado por engrosamiento del espacio intersticial, con presencia de más de 3 líneas B, en el rastreo sonográfico del tórax, patrón asociado con aumento de contenido de líquido.	Caracterizado por tres o más líneas B Ausente (menos de 4 líneas B), leve (de 5–15), moderado (de 16–30) o grave (más de 31)	Presentes o ausentes
Días de Estancia	Indicador de eficiencia intrahospitalaria, calificándose como prolongada aquella que sobrepasa el estándar de 7 días para un hospital de tercer nivel.	Número de días que el paciente se encuentra en terapia intensiva pediátrica	Continua
Magnitud del Requerimiento de ventilación mecánica	Respiración mecánica para suplir la fisiológica a través de un equipo biomedico (Ventilador)	Uso de algún método de ventilación mecánica invasiva, <ul style="list-style-type: none"> • Lactantes con presión inspiratoria mayor a 18 cmH₂O • Niños con presión inspiratoria mayor a 20 cmH₂O Volumen corriente mayor a 8 ml/kg	Dicotómica

		PEEP mayor a 7 cmH2O	
Días de ventilación mecánica	Periodo de tiempo en que se brinda respiración artificial mediante un equipo biomédico.	Número de días que recibe respiración artificial.	Continua
Neumonía asociada a la ventilación	La que se adquiere en 48 a 72 horas de la intubación y/o extubación o retirada de la traqueostomía.	Cuadro clínico compatible con Neumonía Signo de limite fragmentado por ultrasonido o consolidación por radiografía Cultivo positivo o Reactantes de fase aguda positivos	Dicotómica
Ultrasonido pulmonar	Método diagnóstico el cual usa ondas sonoras para producir artefactos que se transforman en imágenes, es este caso del pulmón.	Se realizará ultrasonido pulmonar al grupo aleatorizado determinando el patrón alveolo-intersticial	Continua
Protocolo basado en USG pulmonar	-Tratamiento Convencional: Ningún manejo -Restricción hídrica (RH): <75% o menor -RH + Aminofilina o diurético -Toracocentesis, 3 o más diuréticos, Terapia de soporte renal		
Índice de sobrecarga hídrica	Balance de líquidos aportados > 10% del peso corporal	$\frac{\text{Ingresos (l)} - \text{Egresos(l)}}{\text{Peso (kg)}} \times 100$	

\bar{x}_2 = Media del grupo 2

125.2*

Tomado de la referencia: Yadav B, Bansal A, Jayashree M. Clinical Profile and Predictors of Outcome of Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome in a PICU: A Prospective Observational Study. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20:e263–e273).

Entonces:

$$n = \frac{(57^2 + 57^2)(1.96 + 0.84)^2}{38.8^2}$$

$$n = 34$$

Por lo tanto, la muestra estaría conformada por 2 grupos de 34 pacientes cada uno.

MATERIAL Y METODOS

Este ensayo se llevó a cabo en la unidad de cuidados intensivos pediátricos, a todo paciente con ventilación mecánica invasiva. Se realizaron dos grupos; uno al que se le realizó diariamente ultrasonido ofreciendo un flujograma para la toma de decisiones y otro tratado en forma empírica tradicional. Los autores del ensayo clínico propusimos un flujograma terapéutico dinámico basado en el número de líneas B en el ultrasonido pulmonar.

El ultrasonido se realizó por intensivistas pediatras adscritos y becarios de la unidad sede del proyecto.

Se incluyeron las medidas terapéuticas relacionadas al número de líneas B, el manejo hídrico del paciente y el monitoreo de la oxigenación

Método de realización del estudio:

Se realizó ultrasonido pulmonar utilizando un transductor lineal/sectorial, en los pacientes críticos con ventilación mecánica seleccionados al azar mediante tómbola, la exploración se realizó con el paciente de cubito supino, se dividió al tórax en 6 cuadrantes imaginarios (figura 2 y 3):

- 1) Anterosuperior
- 2) Anteroinferior
- 3) Laterosuperior

- 4) Lateroinferior
- 5) Posteriosuperor
- 6) Posteroinferior



Figura 2 y 3. División de cuadrantes durante la evaluación de ecografía pulmonar

- Se usó el equipo de ultrasonido de terapia intensiva pediátrica, Ultrasound Imaging System AI 5200B, con transductor lineal de 7.5Mhz.
- Se colocó la marca de transductor en posición cefálica
- Transductor en orientación longitudinal
- Buscando inicialmente la línea pleural, y valorar si desliza o no desliza
- Se buscaron las líneas B que se originaban de la línea pleural hasta la parte inferior de la pantalla
- Se observó si existían (normal hasta 4)
- Se contaron presencia de líneas por cuadrante
- Se dividieron según el artículo Agrícola *et al.*¹⁰ Grado de edema por USG pulmonar edema como ausente (de 4 líneas B), leve (de 5–15), moderado (de 16–30) o grave (más de 31)
- Se buscó si existía la presencia de patrón sonográfico compatible con neumonía
- Índice de oxigenación y PaO₂/FIO₂
- Balance hídrico diario, así como líquidos reales
- Parámetros ventilatorios con ventilación mecánica invasiva,
 - Lactantes con presión inspiratoria mayor a 18 cmH₂O
 - Niños con presión inspiratoria mayor a 20 cmH₂O
 - Volumen corriente mayor a 8 ml/kg, y PEEP mayor a 7 cmH₂O

- En los pacientes que fueron seleccionados para realización de ultrasonido pulmonar, se les realizó el manejo siguiendo este flujograma:

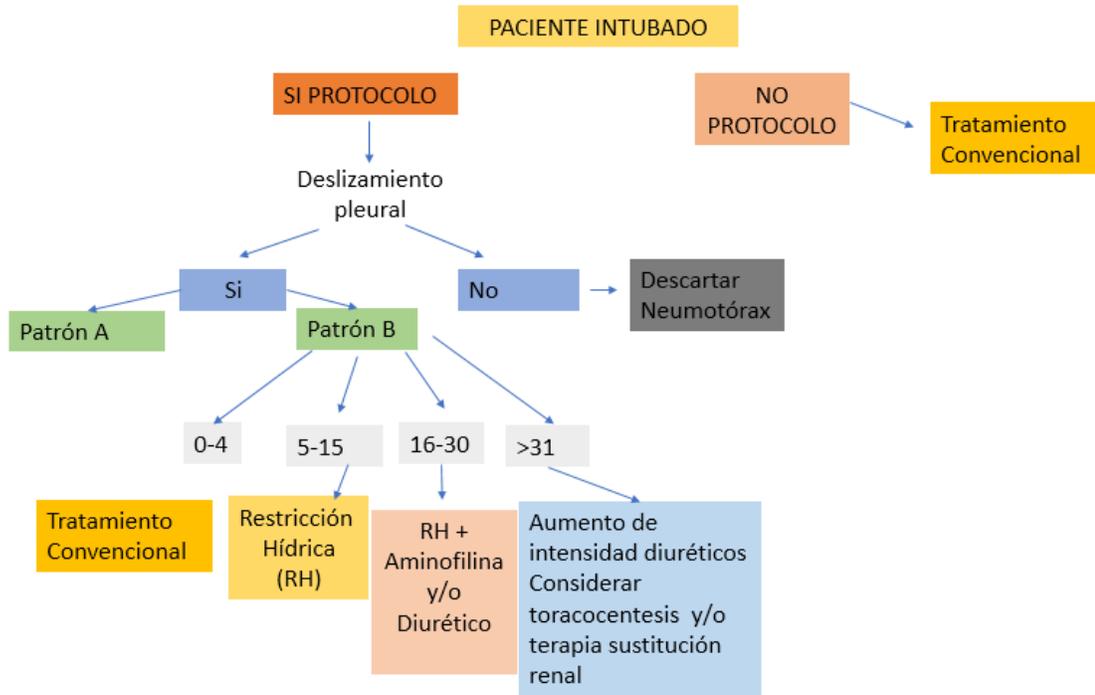


Figura 4. Algoritmo de manejo según ultrasonido pulmonar

- Posteriormente se vació a una hoja de recolección de datos
- Los pacientes a quienes no se les realice ultrasonido pulmonar solo se vaciaron los datos en la hoja de recolección y se anotó si se dio algún manejo según balance hídrico o ganancia de peso, datos clínicos de sobrecarga

ASPECTOS ÉTICOS

El presente ensayo clínico fue revisado y aprobado por el comité de investigación/ética del CHMH previo a su ejecución con el número de aprobación 2019-R-14, actualmente se cuenta con el consentimiento de la asesoría para la continuidad de esta segunda versión.

RECURSOS Y LOGÍSTICA

HUMANOS:

- El ultrasonido pulmonar se realizó por intensivistas pediatras adscritos y becarios de la unidad sede del proyecto

MATERIALES:

- Ultrasonido “Ultrasound imaging system AI 5200B2”
- Gel conductor para ultrasonido
- Computadora con programa excel para recolección de datos

FINANCIEROS:

- Costeado por autores del proyecto

*Los autores no contaron con ningún conflicto de interés

CAPITULO III. RESULTADOS

De acuerdo al cálculo de tamaño de la muestra, durante el periodo que comprende el estudio, se reclutaron 79 pacientes, sin embargo, de entre estos 11 (%) tuvieron que ser eliminados, 6 pacientes del grupo en el que se usó ultrasonido y 5 pacientes del grupo que no se usó ultrasonido. Por lo tanto, la muestra final reclutada fue de 100% del cálculo inicial y quedó constituida por 2 grupos iguales de 34 pacientes cada uno.

De los pacientes estudiados, 25 pacientes fueron de sexo femenino, 43 pacientes del sexo masculino, con una relación hombre: mujer de 1:1.72 (grafico1).

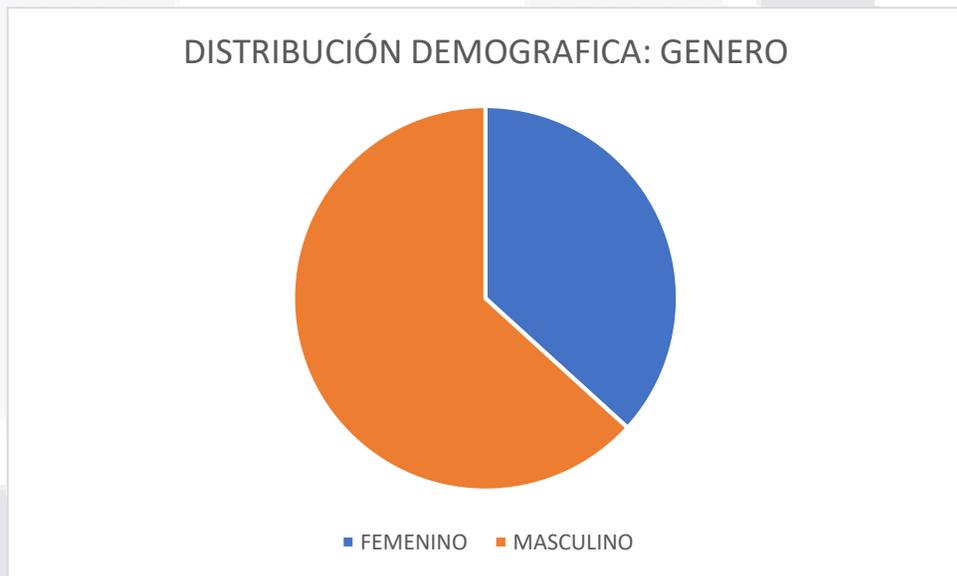


Gráfico 1. Distribución demográfica (n =68)

La edad promedio fue de 58.3 meses, con una desviación estándar de \pm 61.8 meses. No hubo diferencia significativa entre las edades de los grupos. La edad media en el grupo con ultrasonido fue de 48.76 meses \pm 58.4 meses y la edad media en el grupo sin ultrasonido fue de 67.74 meses \pm 64.54 meses (prueba *t de student* para muestras independientes - 1.271, $p = 0.208$)

Con respecto a las patologías de ingreso más frecuente, fueron las siguientes: Cirugía cardiovascular 18 (26.4%), Neurocríticos 15 (22%), Misceláneos 11 (16.1%), Choque

séptico 10 (14.7%), Neumonías 4 (5.8%), Politraumatizados 3 (4.4%), estado post paro 3 (4.4%), Covid – 19 2 (2.9%), Gran quemado 1 (1.4%), Falla Orgánica Múltiple (1.4%) (Grafico 2)

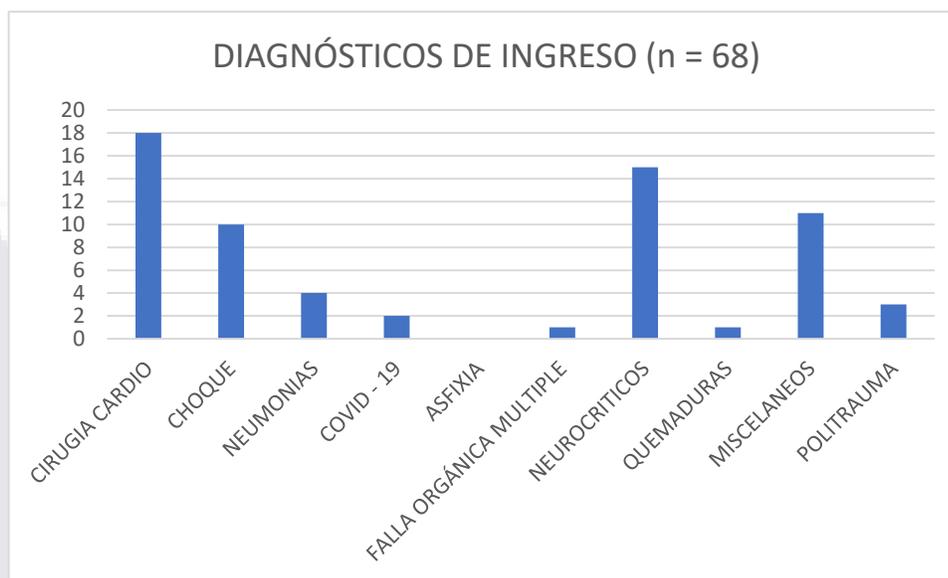


Gráfico 2: Diagnósticos de ingreso a la UCIP

Con respecto a los parámetros evaluados durante la estancia hospitalaria el promedio de PaO₂/FiO₂ fue de 294.9 ± 106.2 (284.8 ± 105.4 en el grupo con ultrasonido y 304.92 ± 107.7 en el grupo sin ultrasonido, t = - 0.779, p = 0.439). El promedio de índice de oxigenación fue de 3.91, con una desviación estándar de 2.4 (4.0 ± 2.8 en el grupo con ultrasonido y 3.8 ± 1.9 en el grupo sin ultrasonido, t = 0.284, p = 0.777). La presión inspiratoria promedio fue de 12.9 con una desviación estándar de 2.7 (12.7 ± 2.8 en el grupo con ultrasonido y 13.0 ± 2.7 en el grupo sin ultrasonido, t = -0.516, p = 0.608). El PEEP promedio fue de 5.7 con una desviación estándar e 1.1 (5.6 ± 0.89 en el grupo con ultrasonido y 5.7 ± 1.3, t = -0.407, p = 0.685).

En cuanto a los días de ventilación mecánica, el promedio fue de 2.9 con una desviación estándar de 2.7 días (2.5 ± 2.1 en el grupo de ultrasonido y 3.2 ± 3.2 días en el grupo sin ultrasonido, t = -1.066, p = 0.29).

Finalmente, en el grupo de pacientes con ultrasonido, el promedio de líneas B, fue de 13.7 con una desviación estándar de 11.6. Con respecto a las complicaciones, 4 pacientes (5.9%) desarrollaron neumonía asociada a ventilación; 2 pacientes por grupo (chi cuadrada < 0.001 , $p = 1.0$).

En total 20 pacientes (29.4%) recibieron tratamiento convencional, 10 pacientes por grupo (chi cuadrada < 0.001 , $p = 1.0$), en los pacientes que recibieron algún tipo de restricción, 3 pacientes por grupo (8.8%), se trataron con restricción hídrica, 19 (59.9%), recibieron restricción hídrica con diuréticos y 2 pacientes (5.9%) recibieron terapia de soporte renal. Cabe señalar que el mismo número de pacientes, recibieron estos tratamientos en los grupos con y sin ultrasonido.

Con respecto al Índice de mortalidad pediátrica (PIM 2, "*pediatric index of mortality*"), la media de puntuación fue 12.9 ± 2.7 (15.9 ± 17.0 en el grupo con ultrasonido, y 30.3 ± 30.5 en el grupo sin ultrasonido) ($t = - 2.4$, $p = 0.002$). La comparación anterior constituye la única variable que fue estadísticamente diferente entre los grupos.

Se realizó un análisis el efecto de la neumonía en los días de estancia intrahospitalaria, encontrando una diferencia significativa entre los grupos, los pacientes que desarrollaron neumonía tuvieron una estancia media de 9.5 ± 7.5 días, comparado con 4.1 ± 2.8 días en los pacientes sin neumonía ($t = 3.365$, $p < 0.001$).

Al análisis de correlación encontramos una correlación positiva entre el número de líneas B en el grupo con ultrasonido y los días de estancia intrahospitalaria ($Rho = 0.32$, $p = 0.032$).

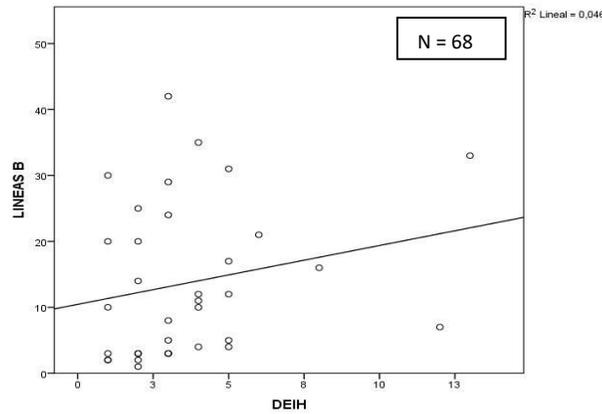


Gráfico 3. Correlación de Líneas B y estancia hospitalaria.

Se realizó una comparación del efecto de las líneas B sobre el tratamiento. En el grupo con ultrasonido, los pacientes (n = 10) que recibieron tratamiento convencional, tuvieron una media de 6.2 ± 8.7 líneas B, comparado con 16.9 ± 11.3 líneas B, en el grupo que recibió tratamiento con restricción hídrica (t = -2.672, p = 0.012).

Por otro lado, la media de líneas B en los pacientes que desarrollaron neumonía fue mayor (20.5 ± 12.0) que la del grupo que no desarrollo neumonía (13.3 ± 11.6 líneas B), sin embargo, esta diferencia no fue significativa estadísticamente (t = 0.0849, p = 0.402).

En cuanto a la modalidad de tratamiento usado, la Tabla 1, Gráfico 4; describe la distribución del tratamiento en los dos grupos.

Tratamiento	Con USG	Sin USG	Total (n = 68)
Convencional	10	10	20
Restricción hídrica	3	3	6
Diuréticos	19	19	38
Terapia de soporte renal	2	2	4

Tabla 1. Distribución por grupos en base al tratamiento usado

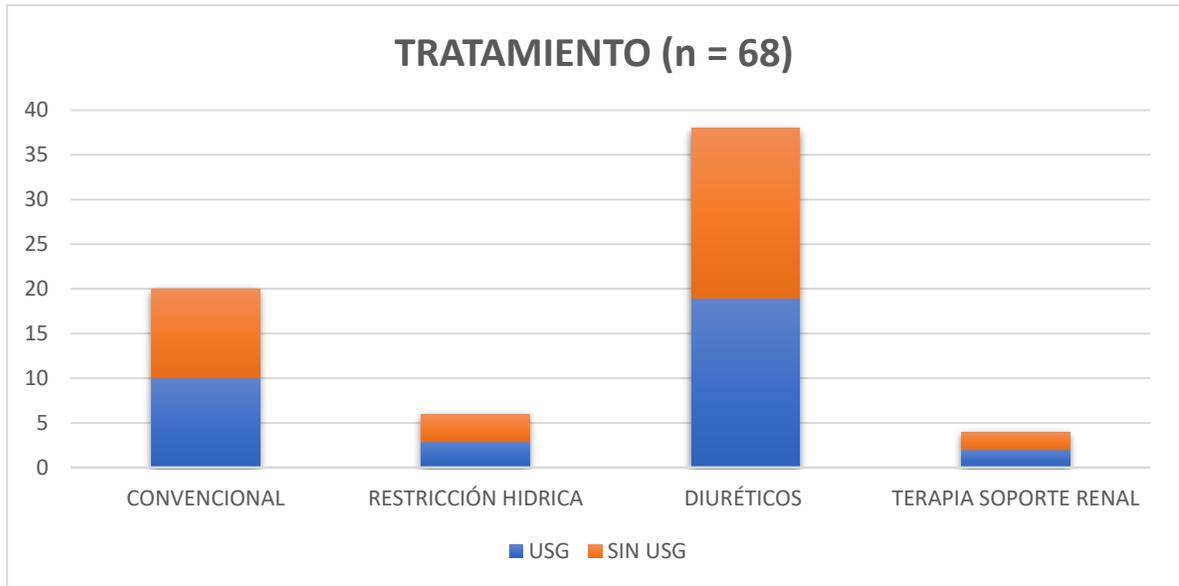


Gráfico 4. Descripción del tratamiento

Finalmente con respecto a la condición de egreso, 56 pacientes (82.4%), tuvieron mejoría, 28 pacientes por grupo, mientras que 12 pacientes (17.6%) fallecieron; 6 pacientes por grupo, (chi cuadrada < 0.001, p = 1.0).

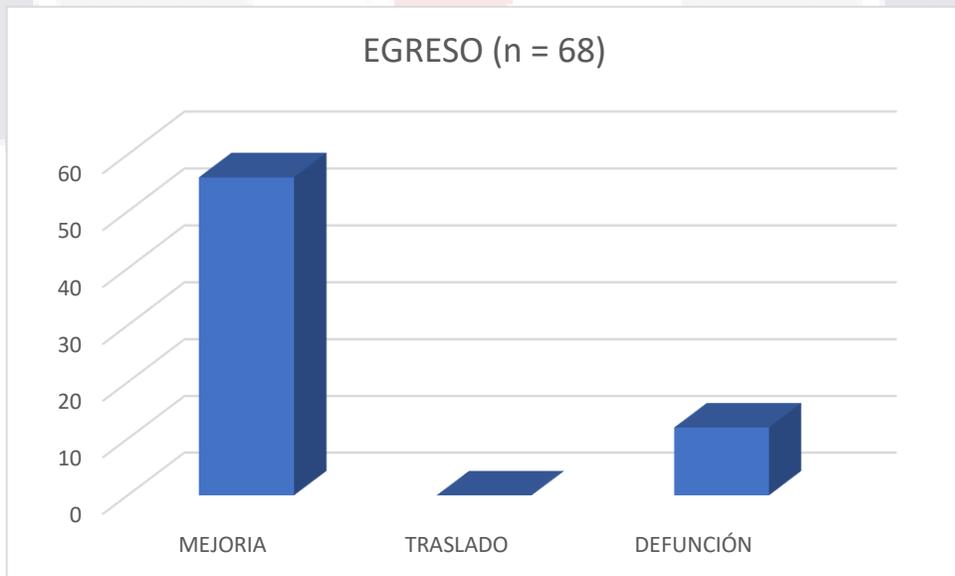


Gráfico 5. Condición de egreso de UCIP

CAPITULO IV. DISCUSIÓN

El interés de realizar el presente ensayo clínico observacional prospectivo y aleatorizado fue para conocer la repercusión o mejoría que tiene el uso o no del ultrasonido pulmonar en los índices de oxigenación, y las decisiones que se pueden tomar enfocadas al manejo de líquidos en el paciente críticamente enfermo; como sabemos la sobrecarga hidrica sigue siendo marcador de severidad (Naveda, 2016; Casanova, 2019). Como objetivos secundarios se revisó la influencia de la realización diaria de ultrasonido pulmonar en los días de estancia en la UCIP, sin embargo, el uso de la ecografía torácica, es poco conocida y es necesaria extender su difusión. Su uso, salvo en el derrame pleural, está por debajo del 50% de las unidades de terapia intensiva pediátrica españolas, desconociendo el porcentaje de uso en las unidades de cuidados intensivos pediátricas mexicanas (García, 2014).

Como se menciona ampliamente en el artículo Colmenero et al. (2010) el ultrasonido pulmonar tiene múltiples ventajas y más aún en el paciente pediátrico crítico, ya que puede realizarse a pie de cama, es reproducible tantas veces sea necesario y no tiene el inconveniente de irradiación, con el ultrasonido se puede observar el “agua del pulmón”, ya que la presencia de un patrón de más de 4 líneas B nos expresa presencia de síndrome alveolo-intersticial, como lo menciona Lichtenstein donde en un estudio prospectivo realizado en 1997 comparó el ultrasonido pulmonar con la radiografía de tórax, se examinaron 250 pacientes en una unidad de cuidados intensivos adultos, se tuvo como resultado 121 pacientes con síndrome radiológico alveolo-intersticial diseminado a todo el pulmón y 129 pacientes sin evidencia radiológica de síndrome alveolo-intersticial. Las correlaciones tomodensitométricas mostraron que los tabiques interlobulares subpleurales engrosados, así como las áreas de vidrio esmerilado, dos lesiones presentes en el edema pulmonar agudo se asociaron con la presencia del artefacto cola de cometa. En conclusión, la presencia del artefacto cola de cometa permitió el diagnóstico del síndrome alveolar intersticial (Lichtenstein, 1997).

Se ha observado que el control hídrico y el índice de APEV son capaces de predecir mortalidad en el niño gravemente enfermo que requiere ventilación mecánica, como lo menciona Boyd et al (2011), donde se utilizó la presión venosa central como marcador hemodinámico y balance de líquidos al 4to día post-hospitalización, encontrándose la tasa de mortalidad más alta en aquellos con presión venosa central > 12 mm Hg. Contrariamente

al efecto general, los pacientes cuya presión venosa central era <8 mm Hg habían mejorado la supervivencia con un equilibrio de líquidos más positivo. En el caso de nuestra terapia no contamos con monitoreo hemodinámico guiado sistema PICCO o EV1000, que nos miden en tiempo real el agua pulmonar extravascular, tampoco se coloca catéter Swan-Ganz; sin embargo, en varios trabajos el ultrasonido pulmonar nos orienta ya que puede diagnosticar síndrome alveolo intersticial³³; el patrón sonográfico de líneas B que puede ser patrón tanto alveolar como intersticial; tal es caso de Picano et al. (2016) donde realizó modelos biofísicos desarrollados a partir de modelos *in vitro* y *ex vivo*, donde la aparición de líneas B correspondía a una pérdida progresiva de aire por volumen de tejido pulmonar con un aumento correspondiente en el contenido relativo y absoluto de APEV (desde normal, $<5\%$ o <500 ml, hasta edema pulmonar manifiesto $> 90\%$ o > 2000 ml), en pacientes adultos de cuidados intensivos con mediciones invasivas de termodilución transpulmonar como estándar de oro de APEV, el ultrasonido pulmonar se desempeñó notablemente mejor que la radiografía de tórax ($r = 0,91$ frente a $r = 0,33$), con una sensibilidad del 92,3% y especificidad del 91,7% para detectar valores anormales de APEV (Picano, 2016).

Algunas de las dificultades que rodean el manejo de líquidos en los pacientes críticamente enfermos surgen de nuestra comprensión incompleta del movimiento y distribución de los líquidos dentro de nuestro cuerpo, particularmente dentro del contexto de estados patológicos sistémicos y agentes terapéuticos que afectan la permeabilidad endotelial y la autorregulación vascular. Por lo que las implicaciones clínicas de la sobrecarga de líquidos y su manejo actualmente sigue siendo controvertida dentro de la literatura de cuidados intensivos pediátricos; ya que la reanimación hídrica suele ser necesaria en la sala de cuidados intensivos para el mantenimiento de la perfusión durante los estados de choque e hipovolemia, como bien lo menciona Grace L. Ker, en su artículo generado en el 2018 para el manejo de la sobrecarga hídrica en pacientes en terapia intensiva pediátrica.

En cirugía cardíaca extracorpórea y sin enfermedad respiratoria, tener 8 áreas anterolaterales o 4 laterales afectadas se relaciona con el score radiológico y con el APEV cuantificada por PICCO, presión en cuña y presión pulmonar sistólica. Se obtuvieron un total de 60 comparaciones donde se encontraron correlaciones lineales positivas significativas entre el puntaje de colas de cometa y APEV determinado por el sistema PICCO ($r=0.42$, $p=0.001$), entre el puntaje de colas cometa y la presión de cuña ($r= 0.48$,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

$p=0.01$), y entre el puntaje de colas de cometa y el agua pulmonar radiológica. puntuación ($r=0,60$, $p=0,0001$). La sensibilidad y especificidad para detectar APEV >500 ml fue del 90% y del 86% respectivamente con ultrasonido (Agricola, 2005). La misma correlación con el agua pulmonar ofrece otro estudio realizado en 2015 en pacientes adultos en una unidad de cuidados intensivos críticos alemana, que incluyó cincuenta pacientes los cuales se sometieron tanto a ultrasonido pulmonar como a medición de termodilución transpulmonar con el sistema PICCO. Se utilizó una puntuación de ultrasonido basada en el número de líneas B simples y confluentes por espacio intercostal para cuantificar la sobrehidratación pulmonar, el ultrasonido pulmonar se realizó por intensivistas, los resultados se compararon con los obtenidos mediante otros métodos de evaluación del estado de hidratación, incluido el índice de agua pulmonar extravascular y el índice de volumen sanguíneo intratorácico calculado con datos de mediciones de termodilución transpulmonar. La evaluación del agua pulmonar por ultrasonido utilizando un protocolo simplificado mostró una excelente correlación con APEV en una amplia gama de grados de hidratación pulmonar. La correlación de la radiografía de tórax y APEV fue menos precisa. No se encontró correlación alguna con la medición de la presión venosa central (Enghard, 2015).

Por lo tanto conociendo como el ultrasonido puede mostrar el agua pulmonar como síndrome alveolo-intestinal, se utilizó el ultrasonido como herramienta para la toma de decisiones en el manejo de líquidos en el paciente pediátrico, al igual que en el ensayo clínico propuesto por Rusu et al (2019, actualmente en desarrollo), consideramos que la puntuación de líneas B descritas en el ultrasonido pulmonar, se han validado como una cuantificación de la congestión pulmonar y sugiere que puede proporcionar un umbral de seguridad para conducir la terapia de administración de líquidos (Rusu, 2019) y observar si existía alguna mejora de la oxigenación, se tomó en cuenta el índice de oxigenación, así como el índice PaO_2/FiO_2 como marcador de daño pulmonar como lo mencionan las guías Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: Consensus Recommendations From the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference 2015. Se menciona el $PaFi <100$ como grave, 100-200 moderado, 200-300 leve, al índice de oxigenación >16 grave, 8-16 moderado y 4-8 leve, cabe recalcar que estos índices fueron creados para la clasificación del síndrome de dificultad respiratoria, y varios de nuestros pacientes no ingresaron con patología pulmonar o desarrollaron en el transcurso PARDS, sin embargo los tomamos en

los pacientes como daño pulmonar y en el caso de este trabajo buscábamos observar la mejoría de estos al usar el ultrasonido pulmonar o no.

En cuanto al manejo de líquidos Trezzi y colaboradores (2013), evaluaron si la ecografía de tórax podía detectar la disminución del agua pulmonar y sus variaciones inducidas por hemodiálisis en pacientes adultos, con un modelo experimental de pérdida rápida de líquido controlada, se incluyeron cuarenta y un pacientes sometidos a hemodiálisis. El número total de líneas B se midieron por ecografía de tórax y los diámetros de la vena cava se midieron antes y después del tratamiento. Antes de la hemodiálisis, la mayoría de los pacientes presentaban signos ecográficos de patrón B pulmonar a pesar de la ausencia de disnea; el número de líneas B se asoció con el peso acumulado antes del tratamiento ($p < 0.05$) así como con el peso residual después de la diálisis ($p < 0.01$); Las líneas B y los diámetros de la vena cava final inspiratoria y espiratoria final también se redujeron significativamente después de la hemodiálisis. Además, la reducción de las líneas B se relacionó significativamente con la pérdida de peso.

Allinovi y colaboradores (2016); realizaron un estudio observacional prospectivo, todos los bebés y niños que recibían diálisis por enfermedad renal en etapa terminal, de mayo a octubre del 2015 en un centro de nefrología en Reino Unido; los pacientes de hemodiálisis se sometieron a exámenes de ultrasonido dentro de los 15 minutos posteriores al inicio de la hemodiálisis y dentro de los 15 minutos posteriores a la finalización de la sesión, la sobrecarga de líquidos se cuantificó por el aumento relativo en el peso del paciente desde el inicio y se expresó como porcentaje, participaron 23 niños con consentimiento informado, se observó una correlación lineal entre la puntuación de la línea B de la ecografía pulmonar y la sobrecarga de líquidos juzgada por peso, La mediana del número de líneas B disminuyó de 22 antes a 15 después de la hemodiálisis.

Por tanto, los autores de este ensayo propusimos una guía de manejo guiada por ultrasonido pulmonar según el número de líneas B; en cuanto a la terapia de manejo de líquidos, se observó que no hubo diferencia en el uso de diuréticos en ambos grupos. En la población estudiada no hubo diferencia significativa en cuanto a la media de índice de oxigenación y de PaFiO₂, con el uso del ultrasonido o sin el uso de este, de similar forma como se menciona en el artículo publicado en 2019 de Mohamed Elayashy y colaboradores, donde realizaron un estudio en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca sometidos a circulación extracorpórea, y observaron si la ultrafiltración

mejoraría el gradiente de oxígeno alveolar arterial; se incluyeron a 60 pacientes con cardiopatía congénita (ASA II-III), de 1 a 48 meses de edad, con un peso corporal > 3 kg, se realizaba ultrasonido pulmonar pre y postcirugía cardiaca; dividiéndose también en dos grupos a los cuales, un grupo se realizaba ultrafiltración y en otro no; se midió el índice PaO₂/FiO₂ pre y postquirúrgico, como resultado la relación de referencia de PaO₂/FiO₂ fue comparable entre ambos grupos, al final de la cirugía, la relación PaO₂/FiO₂ aumentó en el grupo de ultrafiltración en comparación con la del grupo sin ultrafiltración, aunque insignificante ($p=0.16$), no se encontró correlación entre la relación PaO₂/FiO₂ y la puntuación de ultrasonido al inicio del estudio ($r=-0.21$, $p=0.31$). Por otro lado, las mediciones posquirúrgicas se correlacionaron negativamente ($r=-0.41$, $p=0.045$).

En cuanto al requerimiento de parámetros ventilatorios tomando en cuenta la PIM; en el grupo con ultrasonido se comparó la media de 12.9 con una desviación estándar de 2.7 (12.7 ± 2.8), del grupo con ultrasonido con la media de 13.0 ± 2.7 del grupo sin ultrasonido mediante la prueba *t de student* obteniendo un valor de p de 0.608 lo cual indica ausencia de diferencia entre los grupos. Situación diferente a lo reportado en el estudio de Farias (2012) donde se realizó un estudio multicéntrico, con la finalidad de describir las características y resultados en las unidades de cuidados intensivos pediátricos de 13 países latinoamericanos durante la temporada de infecciones respiratorias bajas; en la que se incluyeron 2156 pacientes que recibieron ventilación mecánica invasiva, y la medición subsecuente de parámetros respiratorios e índices de oxigenación; reportando Presión inspiratoria 27 ± 11 cmH₂O, PEEP 5 ± 2.6 cmH₂O (Campos 2012), siendo más bajos los reportados en nuestro estudio. En el presente ensayo clínico, ambos grupos fueron similares, presentando una baja mortalidad predicha mediante PIM 2 (Pediatric Index of Mortality 2) y en su mayoría, con causas de ingreso extrapulmonares, y aun con ello, los parámetros de ventilación mecánica invasiva para conseguir las metas respiratorias fueron mayores en el grupo de pacientes a los que no se les realizó ultrasonido pulmonar con respecto a los que recibieron parámetros de ventilación integrada al manejo de líquidos guiado por el número de líneas B como inferencia de agua pulmonar extravascular, lo que permite asumir que las metas de oxigenación y ventilación se conseguían con menor parámetros de ventilación.

Como co-variables de interés se revisó si se mostraba relación el uso de ultrasonido con los días de ventilación, la incidencia de neumonía y los días de estancia; en un estudio

realizado en pacientes adultos en ventilación mecánica ingresados a la UCI en el hospital de Bern, en Suiza, en los cuales los ingresos fueron por causas diferentes a neumonía, se realizaba ultrasonido consecutivo detectando el inicio del cuadro neumónico por aparición de broncograma aéreo estático o dinámico con sensibilidad del 100% y especificidad del 60% para neumonía asociada a ventilación mecánica confirmada microbiológicamente, por lo que en caso de ausencia de dicho patrón es muy improbable la existencia de neumonía asociada a ventilación mecánica. Se observaron los días de ventilación mecánica, con una media de 5 días, ya que es bien conocido que el tiempo prolongado de ventilación mecánica, se ha asociado a un balance hídrico positivo y con incremento del agua pulmonar, que contribuye a la generación de infecciones asociadas y otros resultados adversos, lo que conllevaría un incremento del riesgo de mortalidad, incidencia de NAV fue de 21.1% (Berlet, 2014). La neumonía asociada a ventilador es la segunda causa de infecciones asociadas a la salud, se asocia con una mayor mortalidad, uso de antimicrobianos, ventilación mecánica más prolongada y mayores costos de atención médica; representa 20% de las infecciones en la población y se reportan tasas de 6 a 11 neumonías por 1,000 días ventilador en Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos, en los países en desarrollo, la NAV ocurre en el 30% de los pacientes bajo ventilación mecánica y es una de las principales causas de muerte, y se asocia con una mortalidad del 16–94% (Bouhemad, 2018). En este trabajo la incidencia de neumonía asociada a ventilación se presentó en 4 pacientes (5.9%, 2 por cada grupo), donde en nuestro estudio no encontramos diferencia estadísticamente significativa. Otros estudios como los reportados por Chang & Schibler 2015, reportan que, acorde de la definición usada la neumonía asociada a ventilación puede presentar una incidencia de hasta el 12%, y un incremento en los días de estancia hospitalaria. Al igual que ellos, nuestros pacientes contaban con los paquetes de prevención de neumonía asociada a ventilador, que incluyen: Aseo estricto de manos, Elevación de cabecera, neumotaponamiento, aseo oral con clorhexidina 0.12%, humidificadores encendidos y evitar cambios de temperatura.

Generalmente los días de estancia intrahospitalaria en las terapias intensivas debería ser menor de 7 días (Gregorakos, 2003), con respecto a los días de estancia intrahospitalaria en la primera fase de este estudio, se había encontrado una diferencia estadísticamente significativa en la reducción de los días de estancia hospitalaria en los pacientes que se les realizaba ultrasonido pulmonar, sin embargo, al completar el estudio y acceder al tamaño de muestra completo, no hubo diferencias en ambos grupos.

Los scores pronósticos de mortalidad en las UCI se crearon para estadificar la relación entre el estado clínico al momento del ingreso y su riesgo de morir, en este trabajo se utilizó el *Pediatric Index of Mortality 2* (PIM-2) de las primeras 24 h correspondiente a la primera hora de ingreso, con un promedio de índice de mortalidad de 23.39%, se menciona en un artículo publicado en 2010 en una unidad de cuidados intensivos pediátrica mexicana (Morales, 2010) donde se utilizó el PIM2, la mortalidad estimada, de acuerdo al PIM fue de 34.6%, en ese estudio se incluyeron 113 niños, 27 (23%) fallecieron; las patologías de ingreso a la UCIP fueron padecimientos neurológicos 25 (22%), politraumatizados (incluyendo traumatismo craneoencefálico) 16% y con problemas respiratorios 18 (16%).

La mortalidad en el paciente con ventilación mecánica, tradicionalmente se ha asociado con el incremento del índice de Oxigenación (IO) donde se reporta una mortalidad hasta en un 18% (Dallefeld, 2017), en aquellos puntajes de IO > 17. Contradictoriamente otros análisis muestran que la mortalidad en niños con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) al tener puntajes de IO > 16 al tercer día de ventilación mecánica, fue de 40% (Khemani, 2015). Sin embargo, en los niños críticamente enfermos, existe una heterogénea cantidad por la cual el IO puede disminuir la habilidad predictiva con respecto a la mortalidad: Primero, los niños en estado crítico, tienen una amplia variedad de causas que incrementan el riesgo de muerte. Segundo, la respuesta temprana del paciente a las medidas iniciales o la falta de ellas, puede predecir la mortalidad; Tercero, presencia de factores de confusión entre el IO y la mortalidad, puede conducir a la poca sensibilidad del IO en las predicciones de mortalidad, por ejemplo; el riesgo de mortalidad incrementa en lactantes menores de 1 año, así como también la presencia de fallas orgánicas, donde se han reportado hasta 60% en pacientes con 3 fallas orgánicas en comparación con aquellos que presentan solo una falla (Dallefeld, 2017). En nuestro estudio, la mortalidad fue por causas heterogéneas, principalmente asociadas a la patología de ingreso, y sin tener diferencia estadísticamente entre nuestros grupos estudiados.

Con respecto a la condición de egreso hubo 12 muertes (17.6%) del total de los casos, 6 por grupo. El 82.4% restante, fueron egresados por mejoría ya sea a domicilio, o a recibir cuidados de continuación en áreas de hospitalización pediátrica; ningún paciente fue trasladado a otra unidad. La mortalidad fue ligeramente aumentada con respecto a lo que menciona la bibliografía en último consenso realizado por el grupo de la Sociedad

Latinoamérica de Cuidados Intensivos pediátricos (SLACIP; Campos, 2012) donde mortalidad promedio fue de 13.4% correspondiente a las UCIP latinoamericanas, en la cual participó México.

El algoritmo propuesto por los autores en este estudio, en el cual sugeríamos al clínico, acorde al patrón ultrasonográfico, el uso de diferentes terapias, que incluían: Manejo convencional, Restricción hídrica, Restricción hídrica y uso de diuréticos y Terapias de Sustitución Renal (TSR). Muy similar a lo que se reporta en la literatura, por ejemplo Ker 2018, sugiere manejos guiados acorde a la patología; teniendo en primer lugar el uso de diuréticos; los cuales se usan para maximizar la excreción renal de sal y agua en el contexto de la sobre carga hídrica, siendo el más estudiado, furosemide, donde se sugiere que la administración en infusión continua presenta menor variabilidad en el gasto urinario y requiere menores dosis acumulativas. Se han sugerido otros diuréticos, en los que se incluyen el ácido etacrínico (no disponible en nuestra unidad), el cual es un diurético de asa, que con respecto al uso de furosemide, se requieren menores dosis acumulativas, sin embargo al ser notablemente más costoso que la furosemide, su uso en el ambiente hospitalario es reducido; otro diurético de asa propuesto, es la bumetanida en sinergia con Tiazidas, a pesar del buen resultado, el riesgo de trastornos hidroelectrolíticos mixtos, debido a los dos diferentes mecanismos de acción, se ha recomendado su uso discreto. En nuestra UCIP, por histórico, utiliza con alta frecuencia aminofilina, la cual es una metilxantina cuyas funciones diuréticas derivan al comportarse como un antagonista de los receptores de adenosina, lo cual sirve para incrementar el flujo renal e inhibir la reabsorción de solutos. En casos de oliguria refractaria a el manejo tradicional de diuréticos de asa, se piensa que la aminofilina puede servir como coadyuvante, al promover la dilatación de las arteriolas glomerulares aferentes e incrementar la tasa de filtración glomerular. Por lo que la asociación de metilxantinas y diuréticos de asa, ha demostrado en la literatura (Ker, 2018) ser de ayuda en la reducción del peso corporal asociado a sobrecarga hídrica, disminución de la presión media de la vía aérea y menor necesidad de la Fracción Inspirada de Oxígeno (FiO₂), junto con la resolución de derrames pleurales.

Dentro de nuestros hallazgos, 4 pacientes (2 por grupo) requirieron de TSR, en nuestro grupo guiado con ultrasonido pulmonar, los pacientes que requirieron TSR, presentaron 35 y 17 líneas B en la ecografía pulmonar; muy probablemente secundarios a la patología de base (tetralogía de Fallot con colocación de fistula sistémico pulmonar en el primer caso; y

conexión anómala total de venas pulmonares, generando lesión renal aguda en ambos casos). En un estudio realizado en la unidad de hemodiálisis de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cilicia (Turquía), realizados en niños con Insuficiencia Renal en estado Terminal y que requerían hemodiálisis intermitente, con el objetivo de evaluar la capacidad predictiva de la ecografía pulmonar en relación con el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior, pre-dialisis, y que presentaban sobrecarga hídrica, encontrando que el uso del ultrasonido pulmonar presenta una mayor sensibilidad y especificidad para la predicción de la sobrecarga hídrica vs la colapsabilidad de la vena cava inferior, donde el punto de corte de líneas B pre-dialisis, fue de 10.5 (presentando una sensibilidad de 77% y especificidad de 85%) (Yontem, 2021). Similar a lo encontrado a nuestro estudio, donde en los pacientes que requirieron TSR, y fueron monitorizados mediante ecografía pulmonar, presentaron un incremento del número de líneas B >10. Sin embargo, no encontramos diferencia estadísticamente significativa, entre el grupo que requirió TSR monitorizado con ultrasonido pulmonar vs con al que no se realizó ultrasonido, debido a que la distribución por grupos fue simétrica.

Ha sido demostrado ampliamente el beneficio de esta herramienta diagnóstico-terapéutica no invasiva, de bajo costo, repetible a demanda y a pie de cama permite al clínico en las UCIP determinar el patrón ecográfico pleuropulmonar.

En ésta parte II del ensayo clínico a través de sus resultados no se logra comprobar la hipótesis, ni nuestros objetivos de la investigación, arrojando incertidumbre científica en nuestros resultados que difieren en forma importante con lo publicado internacionalmente. Los autores asumimos como probable razonamiento, que potencialmente en el grupo de pacientes a quienes no se les realizó ultrasonido pulmonar los clínicos tratantes al verse privados del ultrasonido a pie de cama, pudieron por acuciosidad clínica, extremar la intensidad de restricción hídrica, así como del uso de diuréticos y/o terapias de soporte renal a fin de conseguir metas de oxigenación y ventilación que aportó incertidumbre científica que requiere de investigarse.

CONCLUSIONES

- Las metas de oxigenación en la UCIP del Centenario Hospital Miguel Hidalgo se cumplen se realice o no ultrasonido pulmonar a pie de cama durante su estancia
- Los días de estancia hospitalaria en la unidad de cuidados intensivos del CHMH no difieren en significancia estadística se realice o no ultrasonido pulmonar durante su estancia
- Los días de ventilación mecánica invasiva en pacientes en la UCIP del centenario hospital Miguel Hidalgo, no documentaron significancia estadística se realice o no ultrasonido pulmonar
- La incidencia de neumonía asociada a la ventilación en pacientes ventilados mecánicamente en la UCIP del CHMH no muestran diferencia significativa se realice o no ultrasonido pulmonar

RECOMENDACIONES

Los autores de este ensayo clínico, recomendamos realizar la búsqueda científica que aclare los resultados obtenidos.

GLOSARIO

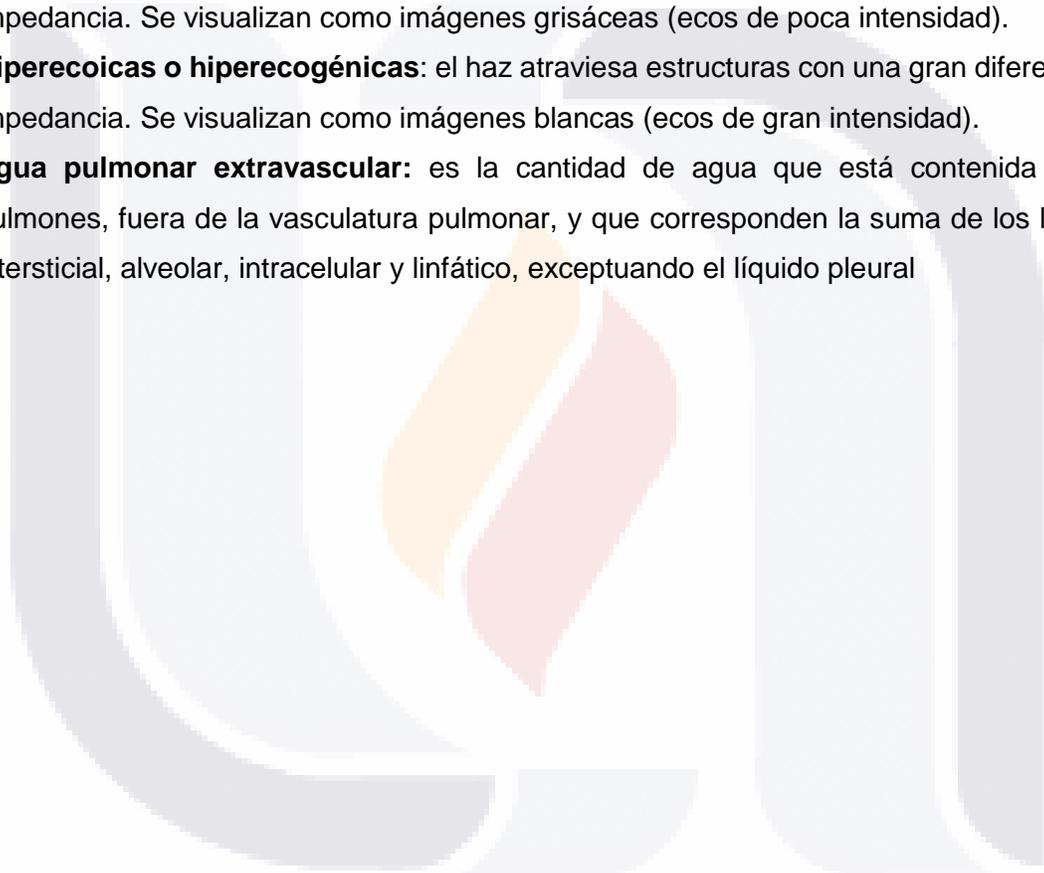
Ecogenicidad: a la capacidad de las estructuras para producir ecos. En función de la ecogenicidad, las imágenes ecográficas pueden clasificarse en: anecoicas, hipoecoicas e hiperecoicas.

Anecoicas: el haz de ultrasonido atraviesa un medio sin interfases. Se visualizan como imágenes negras (sin ecos).

Hipoecoicas o hipoecogénicas: el ultrasonido atraviesa interfases con poca diferencia de impedancia. Se visualizan como imágenes grisáceas (ecos de poca intensidad).

Hiperecoicas o hiperecogénicas: el haz atraviesa estructuras con una gran diferencia de impedancia. Se visualizan como imágenes blancas (ecos de gran intensidad).

Agua pulmonar extravascular: es la cantidad de agua que está contenida en los pulmones, fuera de la vasculatura pulmonar, y que corresponden la suma de los líquidos intersticial, alveolar, intracelular y linfático, exceptuando el líquido pleural



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117–25.
2. Valdovinos LR. Utilidad de la ecografía en la patología respiratoria. 2016;55–61.
3. García-Araque HF, Aristizábal-Linares JP, Ruíz-Ávila HA. Semiología pulmonar por ultrasonido - monitorización dinámica disponible junto al paciente. *Rev Colomb Anestesiol* [Internet]. 2014;43(4):290–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2015.02.008>
4. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010;34(9):620–8.
5. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A BO. Ultrasound Sign of Alveolar-Interstitial Syndrome. *Am J Resp Crit Care Med*. 1997;156:1640–6.
6. Lichtenstein DA, Mezière GA, Lagoueyte J-F, Biderman P, Goldstein I, Gepner A. A-Lines and B-Lines. *Chest*. 2009;136(4):1014–20.
7. Heili SB, Peces-Barba G. Ecografía pulmonar. El nuevo estetoscopio del neumólogo del siglo XXI Imagenes ecograficas del pulmón normal. *Med Respir*. 2014;7(3):55–67.
8. Stefanidis K, Dimopoulos S, Kolofousi C, Cokkinos DD, Chatzimichail K, Eisen LA, et al. Sonographic Lobe Localization of Alveolar-Interstitial Syndrome in the Critically Ill. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:1–7.
9. Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: A new standard for pulmonary congestion. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2097–104.
10. Lichtenstein DA. Ultrasound examination of the lungs in the intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10(6):693–8.
11. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, Cardinale L, Casoli G, Perotto F, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med*. 2006;24(6):689–96.
12. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). *J Crit Care* [Internet]. 2012;27(5):533.e11-533.e19. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2012.03.004>
13. Baldi G, Gargani L, Abramo A, D'Errico L, Caramella D, Picano E, et al. Lung water

assessment by lung ultrasonography in intensive care: A pilot study. *Intensive Care Med.* 2013;39(1):74–84.

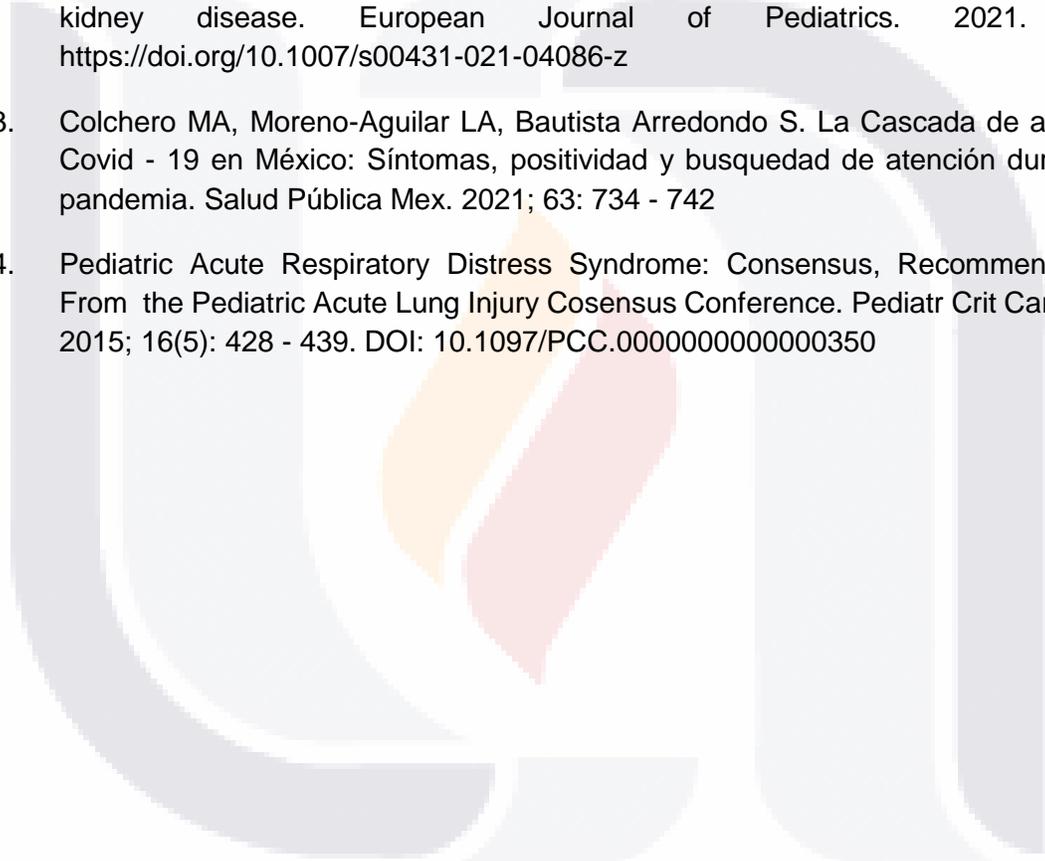
14. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. “Ultrasound comet-tail images”: A marker of pulmonary edema - A comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest* [Internet]. 2005;127(5):1690–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.127.5.1690>
15. Fuentealba T I. Ultrasonido de tórax en niños. *Rev Chil enfermedades Respir.* 2012;28(3):229–35.
16. Ardila-Castellanos R, García-Velásquez V, Hurtado K, Naranjo F. Ecografía pulmonar para la valoración del agua pulmonar extravascular en el seguimiento de pacientes con edema pulmonar en ventilación mecánica: estudio piloto. *Acta Colomb Cuid Intensivo* [Internet]. 2015;16(1):8–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acci.2015.10.004>
17. Dexheimer Neto FL, Dalcin P de TR, Teixeira C, Beltrami FG. Ultrassom pulmonar em pacientes críticos: uma nova ferramenta diagnóstica. *J Bras Pneumol.* 2012;38(2):246–56.
18. Noble VE, Murray AF, Capp R, Sylvia-Reardon MH, Steele DJR, Liteplo A. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis: Time course for resolution. *Chest* [Internet]. 2009;135(6):1433–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.08-1811>
19. Arikan AA, Zappitelli M, Goldstein SL, Naipaul A, Jefferson LS, Loftis LL. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med.* 2012;13(3):253–8.
20. Sakka SG, Klein M, Reinhart K, Meier-Hellmann A. Prognostic value of extravascular lung water in critically ill patients. *Chest* [Internet]. 2002;122(6):2080–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.122.6.2080>
21. Tagami T, Ong MEH. Extravascular lung water measurements in acute respiratory distress syndrome: Why, how, and when? *Curr Opin Crit Care.* 2018;24(3):209–15.
22. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: A positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med.* 2011;39(2):259–65.
23. De Diagnóstico A, Tratamiento Y, El E, De EA, Caballero Eraso PC, Jara Palomares L. Ponencia Residentes. *Rev Esp Patol Torac* [Internet]. 2012;24(2):186–94. Available from: http://www.neumosur.net/files/PONENCIA_RESIDENTE_24-2.pdf
24. Yadav B, Bansal A, Jayashree M. Clinical Profile and Predictors of Outcome of Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome in a PICU. *Pediatr Crit Care Med*

- [Internet]. 2019;1. Available from: <http://insights.ovid.com/crossref?an=00130478-900000000-98276>
25. Crosara D. Alteraciones agudas del metabolismo del oxígeno. Rev Mex Anesthesiol [Internet]. 2015;38(1):17–9. Available from: <http://www.medigraphic.com/rma%0Awww.medigraphic.org.mx>
 26. Carrillo-Esper R, Díaz Ponce-Medrano JA, Aguilar-Montiel M, Rendón-Jaramillo L, Sánchez-Jurado J, Roldán-Rodríguez E, et al. Efectos de la sobrecarga hídrica y electrolítica en el perioperatorio. Rev Mex Anesthesiol. 2017;40(1):47–53.
 27. Tsukimoto K, Mathieu-Costello O, Prediletto R, Elliott AR, West JB. Ultrastructural appearances of pulmonary capillaries at high transmural pressures. J Appl Physiol. 2017;71(2):573–82.
 28. Donoso A, Arriagada D, Contreras D, Ulloa D, Neumann M. Monitorización respiratoria del paciente pediátrico en la Unidad de Cuidados Intensivos. Bol Med Hosp Infant Mex. 2016;73(3):149–65.
 29. Carrillo-Esper R, Carrillo-Córdoba J, Carrillo-Córdoba L. Patrones ultrasonográficos pulmonares en el enfermo grave. Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int. 2011;25(1):24-32
 30. Conference C. HHS Public Access. 2017;16(5):428–39.
 31. Naveda OE, Naveda F. Balance hídrico positivo y alta mortalidad en niños con sepsis grave y choque séptico. 2016;9(3):71–7.
 32. Casanova-bracamontes L, Mu M, Peregrino-bejarano L. Relación entre sobrecarga hídrica y mortalidad en niños con shock séptico. 2019;117(2):105–13.
 33. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A BO. Ultrasound Sign of Alveolar-Interstitial Syndrome. Am J Resp Crit Care Med. 1997;156:1640–6.
 - 34.. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: A positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. Crit Care Med. 2011;39(2):259–65.
 35. Enghard P, Rademacher S, Nee J, Hasper D, Engert U, Jörres A, et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. Crit Care. 2015;19(1):1–8.
 36. Trezzi M, Torzillo D, Ceriani E, Costantino G. Lung ultrasonography for the assessment of rapid extravascular water variation : evidence from hemodialysis patients. 2013;409–15.
 37. Allinovi M, Saleem M, Romagnani P, Nazerian P, Hayes W. Lung ultrasound : a novel

- technique for detecting fluid overload in children on dialysis. 2016;541–7.
38. Elayashy M, Madkour MA, Abdelaal A, Mahmoud A, Hosny H, Hussein A, et al. Effect of ultrafiltration on extravascular lung water assessed by lung ultrasound in children undergoing cardiac surgery : a randomized prospective study. 2019;1–9.
 39. Berlet T, Etter R, Fehr T, Berger D, Sendi P, Merz TM. Sonographic patterns of lung consolidation in mechanically ventilated patients with and without ventilator-associated pneumonia : A prospective cohort study. J Crit Care [Internet]. 2014; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2014.11.021>
 40. Bouhemad B, Dransart-rayé O, Mojoli F, Mongodi S. Lung ultrasound for diagnosis and monitoring of ventilator-associated pneumonia. 2018;6(21).
 41. Gregorakos L, Myrianthefs P, Markou N, Chroni D, Sakagianni E. Bibliografía Indicadores de calidad en una unidad de cuidados intensivos respiratorios . Análisis inicial de la base de datos DEDUCIR Quality indicators in a respiratory intensive care unit . Initial analysis of the DEDUCIR. 2003;518–20.
 42. Casuística terapia intensiva pediátrica 2018, Centenario Hospital Miguel Hidalgo
 43. Morales S. Índices de riesgo de mortalidad (PRISM y PIM) en niños con respecto a la concentración de lactato a su ingreso a una Unidad de Cuidados Intensivos. 2010;77:111–4.
 44. Campos M. Los cuidados intensivos pediátricos en Latinoamérica. 2012;36(1).
 45. Guitart C, Suarez R, Girona M, Bobillo - Pérez S, Hernández L, et al. Lung ultrasound findings in pediatric patients with COVID - 19. European Journal of Pediatrics. 2021; 180: 1117-1123
 46. Grace L Ker, Gangadharan S. Management of fluid overload in Pediatric ICU. Pediatric Critical Care. 2018; 18: 193 - 209
 47. Rusu DM, Siriopol I, Gringoras I, Blaj M, et al. Lung Ultrasound Guided Fluid Management Protocol for the Critically Ill Patients: study protocol for a multi-centre randomized controlled trial. 2019; 20: 236
 48. Farias JA, Fernandez A, Monteverde E, Flores JC, Baltodano A, Menchaca A, Poterala R, Pánico F, et al. Mechanical Ventilation in pediatric intensive care units during season for acute lower respiratory infection: A multicenter study. Pediatric Critical Care. 2012; 13(2): 158-164
 49. Chang I, Schibler A. Ventilator Associated Pneumonia in Children. Pediatric Respiratory Reviews. 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.prrv.2015.09.005>
 50. Dallefeld SH, Spears TG, Zimmermman KO. The Challenges of identifying an

Oxygenation Index Threshold for increase mortality in pediatric Acute Respiratory Failure. *Respiratory Care*. 2017; 62(10): 1375-1376. DOI: <https://doi.org/10.4187/repscare.05863>

51. Khemani R, Smith LS, Zimmermman J, Erickson S. Pediatric Acute Respiratory Syndrome: Definition, Incidence, and Epidemiology: Proceedings From The Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2015; 16(5): S23 - S40
52. Yontem A, Cagli C, Yildizdas D, Horoz OO, Ekinci F, et al. Bedside sonographic assessments for predicting predialysis fluid overload in children with end-stage kidney disease. *European Journal of Pediatrics*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-021-04086-z>
53. Colchero MA, Moreno-Aguilar LA, Bautista Arredondo S. La Cascada de atención Covid - 19 en México: Síntomas, positividad y busqueda de atención durante la pandemia. *Salud Pública Mex*. 2021; 63: 734 - 742
54. Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: Consensus, Recommendations From the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med*. 2015; 16(5): 428 - 439. DOI: 10.1097/PCC.0000000000000350



CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Año	2020 - 21						
	2022					2021	
Mes	Junio	Julio Marzo	-	Abril	Mayo	Junio	Enero
Anteproyecto	X						
Aprobación de ética y calidad		X					
Desarrollo del proyecto		X					
Análisis de datos				X			
Presentación de avances en resultados					X		
Elaboración de documento						X	
Presentación final y bosquejo de publicación							X



ANEXO A

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS



HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

USO DE ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DESICIONES EN EL MANEJO DE LIQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACION (INDICE DE OXIGENACION/pO2/FiO2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICOS DEL CHMH. ENSAYO CLINICO ALEATORIZADO

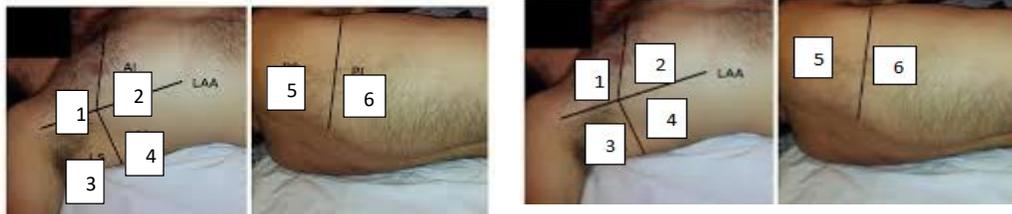
VERSION 2.0

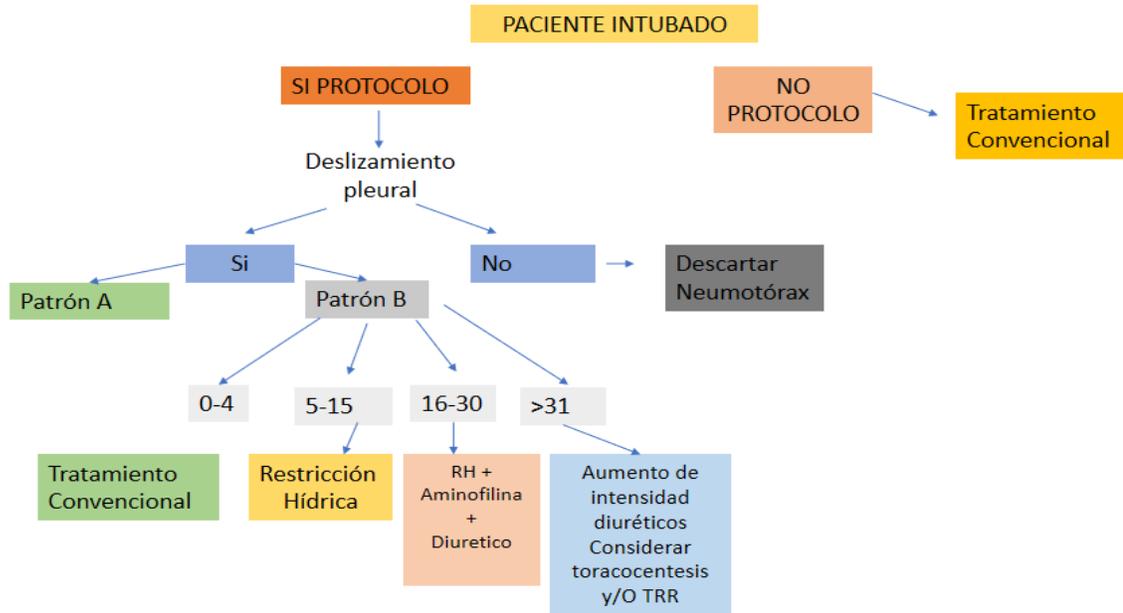
- 1) NOMBRE: _____
- 2) FECHA INGRESO: _____ FECHA DE EGRESO: _____
- 3) EDAD: _____ MESES GÉNERO: (F) (M)
- 4) DIAGNOSTICO INGRESO: _____
- 5) NO. DE EXPEDIENTE: _____
- 6) PIM 2 AL INGRESO: _____
- 7) DIAS DE ESTANCIA EN UCIP: _____
- 8) NEUMONIA ASOCIADA A VENTILACION (SI) (NO)
- 9) FECHA DE DIAGNOSTICO A NAV _____
- 10) DIAS DE VENTILACION POR CAUSA CARDIO-PULMONAR _____
- 11) PESO AL INGRESO: _____
- 12) CONDICIÓN EGRESO: 1) MEJORIA 2) TRASLADO 3) DEFUNCION

EXPLORACION POR CUADRANTES:

DERECHO

IZQUIERDO





NUMERO DE LINEAS:

1) DIA 1: Covid () No Covid ()

LINEAS B TOTALES: _____ PESO: _____ LIQ REALES: _____ BALANCE HIDRICO: _____
 TRATAMIENTO: _____

* DIURETICOS: () FUROSEMIDE () ESPIRONOLACTONA () HIDROCLOROTIAZIDA

* AMINOFILINA ()

* TERAPIA DE SUSTITUCION RENAL : SI () NO ()

* P INSPIRATORIA PROMEDIO _____ * PEEP PROMEDIO _____ * PaFi _____ IO _____

2) DIA 2: Covid () No Covid ()

LINEAS B TOTALES: _____ PESO: _____ LIQ REALES: _____ BALANCE HIDRICO: _____
 TRATAMIENTO: _____

* DIURETICOS: () FUROSEMIDE () ESPIRONOLACTONA () HIDROCLOROTIAZIDA

* AMINOFILINA ()

* TERAPIA DE SUSTITUCION RENAL : SI () NO ()

* P INSPIRATORIA PROMEDIO _____ * PEEP PROMEDIO _____ * PaFi _____ IO _____



CHMH

CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

ANEXO B

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO:

USO DEL ULTRASONIDO PULMONAR COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL MANEJO DE LÍQUIDOS COMO MEJORA DE LA OXIGENACIÓN (INDICE DE OXIGENACION- PaO_2/FiO_2) EN PACIENTES DE LA UNIDAD CUIDADOS INTENSIVOS PEDIATRICOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO. ENSAYO CLINICO ALEATORIZADO

FECHA DE PREPARACIÓN: JUNIO DE 2020 **VERSIÓN:** 1

Investigador principal: Sinahi Jesús Figueroa Flores

Dirección del investigador: Calle Navarrete #150, San Marcos, Aguascalientes, Aguascalientes

Teléfono de contacto del investigador (incluyendo uno para emergencias): +52 1 3122716616

Investigadores participantes: Dra. Maricela García Arellano, Dra. Deysi Guadalupe Hernández Ortíz

Nombre del patrocinador del estudio: No Aplica

Dirección del patrocinador: No aplica

Versión del consentimiento informado y fecha de su preparación: Junio 2020

INTRODUCCIÓN:

Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga.

Este consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la Declaración de Helsinki y a las Buenas Prácticas Clínicas emitidas por la Comisión Nacional de Bioética.

Para decidir si participa o no en este estudio, usted debe tener el conocimiento suficiente acerca de los riesgos y beneficios con el fin tomar una decisión informada. Este formato de consentimiento informado le dará información detallada acerca del estudio de investigación que podrá comentar con su médico tratante o con algún miembro del equipo de investigadores. Al final se le invitará a que forme parte del proyecto y de ser así, bajo ninguna presión o intimidación, se le invitará a firmar este consentimiento informado.

Procedimiento para dar su consentimiento: Usted tiene el derecho a decidir si quiere participar en esta investigación, y se puede tomar todo el tiempo que requiera para considerar esta invitación. El investigador le explicará ampliamente los beneficios y riesgos del proyecto sin ningún tipo de presión y tendrá todo el tiempo que requiera para pensar, solo o con quien usted decida consultarlo, antes de decirle al investigador acerca de su decisión. Esta decisión no tendrá efecto alguno sobre su atención médica en el Instituto. Al final de esta explicación, usted debe entender los puntos siguientes:

- I. La justificación y los objetivos de la investigación.
- II. Los procedimientos que se utilizarán y su propósito, incluyendo la identificación de qué son procedimientos experimentales.
- III. Los riesgos o molestias previstos.
- IV. Los beneficios que se pueden observar.
- V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para usted
- VI. Garantía para recibir respuestas a las preguntas y aclarar cualquier duda sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento de la materia.
- VII. La libertad que tiene de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, sin que por ello se afecte su atención y el tratamiento en el Instituto.
- VIII. La seguridad de que no se le va a identificar de forma particular y que se mantendrá la confidencialidad de la información relativa a su privacidad.
- IX. El compromiso del investigador de proporcionarle la información actualizada que pueda ser obtenida durante el estudio, aunque esto pudiera afectar a su

evaluará la magnitud de este y se le dará manejo correspondiente-

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

Ninguna

COMPENSACION

El uso de ultrasonido se ha implementado como uso rutinario en la exploración física del paciente no conlleva ningún riesgo sin embargo si llegará a sufrir lesiones como resultado directo de su participación en este estudio, por parte del protocolo le proporcionaremos el tratamiento inmediato.

ALTERNATIVAS A SU PARTICIPACIÓN:

Su participación es voluntaria. Sin embargo, usted puede elegir no participar en el estudio.

La investigación es un proceso largo y complejo. El obtener los resultados finales del proyecto puede tomar varios meses.

PARTICIPACIÓN Y RETIRO DEL ESTUDIO:

Su participación es VOLUNTARIA. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Centenario Hospital Miguel Hidalgo o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin perjudicar su atención en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se le informará a tiempo si se obtiene nueva información que pueda afectar su decisión para continuar en el estudio.

CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN

Su nombre no será usado en ninguno de los estudios.

Si bien existe la posibilidad de que su privacidad sea afectada como resultado de su participación en el estudio, su confidencialidad será protegida como lo marca la ley, asignando códigos a su información. El código es un número de identificación que no incluye datos personales. Ninguna información sobre su persona será compartida con otros sin su autorización, excepto:

- Si es necesario para proteger sus derechos y bienestar (por ejemplo, si ha sufrido una lesión y requiere tratamiento de emergencia); o
- Es solicitado por la ley.

Personal del estudio (monitores o auditores) podrán tener acceso a la información de los

participantes.

Si usted decide retirarse del estudio, podrá solicitar el retiro. Todas las hojas de recolección de datos serán guardadas con las mismas medidas de confidencialidad, y solo los investigadores titulares tendrán acceso a los datos que tienen su nombre. Si así lo desea, usted deberá poner en contacto con el Dr. Sinahi Jesús Figueroa Flores y expresar su decisión por escrito.

El Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo aprobó la realización de este estudio. Dicho comité es quien revisa, aprueba y supervisa los estudios de investigación en humanos en el Instituto. En el futuro, si identificamos información que consideremos importante para su salud, consultaremos con el Comité de Ética para que decidamos la mejor forma de darle esta información a usted y a su médico. Además, le solicitamos que nos autorice recontactarlo, en caso de ser necesario, para solicitarle información que podría ser relevante para el desarrollo de este proyecto.

Los datos científicos obtenidos como parte de este estudio podrían ser utilizados en publicaciones o presentaciones médicas. Su nombre y otra información personal serán eliminados antes de usar los datos.

Si usted lo solicita su médico de cabecera será informado sobre su participación en el estudio.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:

En caso de que usted sufra un daño relacionado al estudio, por favor póngase en contacto con Dr. Sinahi Jesús Figueroa Flores, contacto +52 1 312716616

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con: Dr. Sinahi Jesús Figueroa Flores, contacto +52 1 3122716616

Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con el presidente del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo INCMNSZ (Dr. Carlos Domínguez Reyes, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646.

DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

He leído con cuidado este consentimiento informado, he hecho todas las preguntas que he tenido y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Para poder participar en el estudio, estoy de acuerdo con todos los siguientes puntos:

Estoy de acuerdo en participar en el estudio descrito anteriormente. Los objetivos generales, particulares del reclutamiento y los posibles daños e inconvenientes me han sido explicados a mi entera satisfacción.

Estoy de acuerdo, en caso de ser necesario, que se me contacte en el futuro si el proyecto requiere coleccionar información adicional o si encuentran información relevante para mi salud.

Mi firma también indica que he recibido un duplicado de este consentimiento informado.

Por favor responda las siguientes preguntas

	SÍ (marque por favor)	NO (marque por favor)
a. ¿Ha leído y entendido la forma de consentimiento informado, en su lenguaje materno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ¿Ha tenido la oportunidad de hacer preguntas y de discutir este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ¿Ha recibido usted respuestas satisfactorias a todas sus preguntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ¿Ha recibido suficiente información acerca del estudio y ha tenido el tiempo suficiente para tomar la decisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ¿Entiende usted que su participación es voluntaria y que es libre de suspender su participación en este estudio en cualquier momento sin tener que justificar su decisión y sin que esto afecte su atención médica o sin la pérdida de los beneficios a los que de otra forma tenga derecho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. ¿Entiende los posibles riesgos, algunos de los cuales son aún desconocidos, de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. ¿Entiende que puede no recibir algún beneficio directo de participar en este estudio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. ¿Entiende que no está renunciando a ninguno de sus derechos legales a los que es acreedor de otra forma como sujeto en un estudio de investigación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. ¿Entiende que el médico participante en el estudio puede retirarlo del mismo sin su consentimiento, ya sea debido a que Usted no siguió los requerimientos del estudio o si el médico participante en el estudio considera que médicamente su retiro es en su mejor interés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. ¿Entiende que usted recibirá un original firmado y fechado de esta Forma de Consentimiento, para sus registros personales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Declaración del paciente: Yo, _____ declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios

de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Si tengo preguntas sobre el estudio, puedo ponerme en contacto Dr. Sinahi Jesús Figueroa Flores Tel +52 1 312716616. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o preguntas, obtener información u ofrecer información sobre el desarrollo del estudio, siéntase en la libertad de hablar con el coordinador del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (Dr. Carlos Domínguez Reyes, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646). He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

Coloque la huella digital del participante sobre esta línea si no sabe escribir

Nombre del representante legal (si aplica)

Firma del representante legal

Fecha

Nombre del Investigador

Firma del Investigador que explicó el documento

Fecha

Nombre del Testigo 1

Firma del Testigo 1

Fecha

Relación con el participante:

Dirección:

Nombre del Testigo 2

Firma del Testigo 2

Fecha

Relación con el participante:

Dirección:

Lugar

y

Fecha:

(El presente documento es original y consta de 6 páginas)