



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD  
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA “DR. SILVESTRE FRENK FREUND”  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
SUBESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

**MONITOREO DE MANEJO DE LÍQUIDOS CON ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR  
EN PACIENTES DE 3 A 12 AÑOS CON ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A CI-  
RUGÍA MAYOR ELECTIVA EN EL HOSPITAL DE PEDIATRÍA “DR. SILVESTRE  
FRENK FREUND”.**

**ASESOR CLÍNICO**

DR. FAUSTO DE LA CRUZ BENITO

Médico Anestesiólogo adscrito a la Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI  
Dirección: Av. Cuauhtémoc 330, Col Doctores, México, DF.  
Teléfono: Tel. 56276900 ext. 22306  
Matricula: 9932812 Correo Electrónico: fastocanito@hotmail.com

**ASESOR METODOLÓGICO**

DRA. ALINE JANETT NIETO ZUÑIGA

Médico Adscrito al Servicio De Anestesiología Pediátrica  
UMAE Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI  
Dirección: Avenida Cuauhtémoc 330, Col. Doctores, México, D.F.  
Tel. 56276900 Ext.22385  
Matricula: 99374921 Email: alinenieto1@gmail.com

**TESISTA:**

DRA. NANCY ILEANA MARROQUIN PAREDES

Médico Residente de Segundo año de Anestesiología Pediátrica. Unidad Médica de  
Alta Especialidad Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI  
Dirección: Av. Cuauhtémoc 330, Col Doctores, México, DF.  
Teléfono: Tel. 56276900 ext. 22306  
Matricula: 99034450 Correo electrónico: nance\_pds@hotmail.com

CIUDAD DE MÉXICO.

ENERO 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**MONITOREO DE MANEJO DE LÍQUIDOS CON ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR EN PACIENTES DE 3 A 12 AÑOS CON ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR ELECTIVA EN EL HOSPITAL DE PEDIATRÍA “DR. SILVESTRE FRENK FREUND”.**

**IDENTIFICACION DE LOS INVESTIGADORES:**

**ASESOR CLÍNICO**

**DR. FAUSTO DE LA CRUZ BENITO**

Medico Anestesiólogo adscrito a la Unidad Médica de Alta Especialidad

Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

Dirección: Av. Cuauhtémoc 330, Col Doctores, México, DF.

Teléfono: Tel. 56276900 ext. 22306

Matricula: 9932812 Correo electrónico: fastocanito@hotmail.com

**ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA. ALINE JANETT NIETO ZUÑIGA**

Médico Adscrito al Servicio De Anestesiología Pediátrica

UMAЕ Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

Dirección: Avenida Cuauhtémoc 330, Col. Doctores, México, D.F.

Tel. 56276900 Ext.22385

Matricula: 99374921 Correo electrónico: alinenieto1@gmail.com

**TESISTA:**

**DRA. NANCY ILEANA MARROQUIN PAREDES**

Médico Residente de Segundo año de Anestesiología Pediátrica. Unidad Médica de

Alta Especialidad Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI

Dirección: Av. Cuauhtémoc 330, Col Doctores, México, DF.

Teléfono: Tel. 56276900 ext. 22306

Matricula: 99034450 Correo electrónico: nance\_pds@hotmail.com



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



### Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3603**  
HOSPITAL DE PEDIATRÍA, CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COPIRES: **ET CE 00 015 042**  
Registro CONICETEX: **CONICETEX/IA 00 CEI 002 2017121**

Fecha: **Marzo, 27 de enero de 2023**

**M.C. Aline Janett Nieto Zúñiga**

### PRESENTE

Tengo el agrado de certificarle, que el protocolo de investigación con título **MONITOREO DE MANEJO DE LÍQUIDOS CON ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR EN PACIENTES DE 3 A 12 AÑOS CON ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A CIRUGÍA MAYOR ELECTIVA EN EL HOSPITAL DE PEDIATRÍA "DR. SILVESTRE FRENK FREUND** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A.P.R.O.B.A.D.O**:

Número de Registro Institucional

R-2023-3603-005

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE,

**Dra. Rocío Cárdenas Navarrete**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3603

IMSS/ISS

IMSS

SECRETARÍA DE SALUD FEDERAL



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA  
ESPECIALIDAD  
UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA “DR. SILVESTRE FRENK  
FREUND”  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
SUBESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

**MONITOREO DE MANEJO DE LÍQUIDOS CON ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR  
EN PACIENTES DE 3 A 12 AÑOS CON ANESTESIA GENERAL SOMETIDOS A CI-  
RUGÍA MAYOR ELECTIVA EN EL HOSPITAL DE PEDIATRÍA “DR. SILVESTRE  
FRENK FREUND”.**

Dra. Aline Janett Nieto Zuñiga  
Asesor metodológico y Médico Adscrito al Servicio De Anestesiología Pediátrica  
UMAE H. Pediatría CMN Siglo XXI IMSS

Dr. Fausto De La Cruz Benito  
Asesor Clínico y Médico Adscrito al Servicio De Anestesiología Pediátrica  
UMAE H. Pediatría CMN Siglo XXI IMSS

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mis padres por estar a mi lado en cada una de mis metas, gracias por creer en mí, apoyarme en todos mis sueños y ese amor incondicional que tienen para sus hijas.*

*A mi hermana Karen Liliana Marroquín Paredes en compañía de mis bellos sobrinos por seguirme en cada uno de mis pasos y brindarme esa confianza y buenos deseos.*

*Agradezco a mi familia y todas las personas que se cruzarán en mi camino para estar y ser parte de ello, por ese gran apoyo que me dan siempre.*

*A mi por creer en mí, por nunca renunciar, por tratar de dar un poco más y por hacer este gran trabajo, porque si no nada hubiera sido posible.*

*Y sobre todo:*

*Agradezco a DIOS por estar a mi lado en el camino.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

1. Resumen .....	9
2. Marco Teórico .....	10
3. Justificación .....	26
4. Planteamiento del problema .....	27
5. Pregunta de investigación .....	28
6. Objetivos .....	29
6.1. Objetivo general .....	29
6.2. Objetivos Específicos .....	29
7. Hipótesis .....	30
7.1. Hipótesis Ho .....	30
7.2. Hipótesis Ha .....	30
8. Criterios de selección .....	31
8.1. Criterios de inclusión .....	31
8.2. Criterios de exclusión.....	31
8.3. Criterios de eliminación .....	31
9. Variables .....	32
10. Descripción general del estudio .....	34
11. Materiales y métodos .....	37
11.1 Tipo y diseño de estudio .....	37
11.2 Ámbito geográfico y temporal .....	37
11.3 Universo del estudio .....	37
11.4 Tamaño de la muestra .....	37
11.5 Tipo de muestreo .....	37
11.6 Análisis estadístico .....	38
11.7 Aspectos éticos y de bioseguridad .....	39
11.8. Recursos y financiamiento .....	43
11.8.1 Recursos humanos .....	43
11.8.2 Recursos materiales .....	43
11.8.4 Recursos financieros .....	44
11.8.4. Factibilidad .....	44
12. Resultados .....	45
13. Discusión .....	51
14. Conclusión .....	54
15. Bibliografía .....	56
16. Anexos .....	
16.1. Anexo 1 cronograma de actividades .....	55
16.2. Anexo 2 hoja de recolección de datos .....	62
16.3. Anexo 3 consentimiento informado .....	64
16.4. Anexo 4 carta de asentimiento.....	65

## **INDICE DE TABLAS**

1. Tabla 1; Ayuno y Recomendaciones Farmacológicas .....12
2. Tabla 2; Ejemplo de reposición de fluidos en el intraoperatorio .....13

## **INDICE DE IMÁGENES**

1. Imagen 1; Técnica de evaluación en ultrasonografía pulmonar .....19
2. Imagen 2; Líneas A por ultrasonografía pulmonar .....20
3. Imagen 3; Línea pleural .....20
4. Imagen 4; Signo de la orilla de Mar .....20
5. Imagen 5; Líneas B .....21
6. Imagen 6; Líneas B .....21
7. Imagen 7; Colas de cometa .....23

## LISTADO DE ABREVIATURAS

**LIC:** líquido intracelular

**LEC:** líquido extracelular

**Kcal:** kilocalorías

**Kg:** kilogramos

**MI:** Mililitros

**APA:** Asociación de Anestesia Pediátrica de Gran Bretaña e Irlanda

**NICE:** National Institute for Health and Care Excellence

**ASA:** Sociedad Americana de Anestesiología

**APEV:** Agua pulmonar extravascular

**pH:** Potencial de Hidrógeno

**PVI:** Índice de Variabilidad Pletismográfica

**NICO:** Non-invasive Cardiac Output

**FALLS:** Fluid Administration Limited by Lung Sonography

**POCUS:** Point-of-care ultrasound

**DCQ ODM:** Doppler esofágico Deltex CardioQ

**UCI:** Unidad de cuidados intensivos

**TAC:** Tomografía axial computarizada

**Mm:** Milímetros

**USG:** Ultrasonido

**BE ecf:** Base exceso extracelular

**MmHg:** Milímetros de mercurio

**PCO2:** presión parcial de dióxido de carbono

**mEq:** Miliequivalentes

**L:** Litros

**MHz:** Megahercios

## RESUMEN

**TITULO:** Monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund”.

**INTRODUCCIÓN:** La fluidoterapia de mantenimiento en niños se ha basado durante medio siglo por recomendación de Holliday y Segar, actualmente existen métodos que nos orientan al manejo hídrico de los pacientes en el perioperatorio, entre ellos el ultrasonido pulmonar, aplicado como parte del monitoreo transanestésico para el manejo hídrico de pacientes agiliza las decisiones relativas a la introducción de una terapia hídrica adecuada, esto se debe a la presencia de líneas B de Kerley, la razón principal de estos artefactos es la presencia de líquido en los espacios intersticiales o interalveolares. Las líneas B son artefactos hiperecogénicos en cola de cometa que emergen del nivel de la línea pleural y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar. El agua pulmonar extravascular es un trastorno rara vez reconocido con las herramientas habituales, habituando al ultrasonido pulmonar como uno de los métodos estándar de oro para su evaluación correlacionando las líneas B y la cantidad de agua pulmonar extravascular. Así en caso de edema intersticial, que es un precursor del edema alveolar, su presencia o ausencia puede orientar la administración de fluidos durante el transanestésico. En anestesia pediátrica se ven los beneficios del ultrasonido pulmonar, que incluyen accesibilidad, portabilidad, facilidad de uso, imágenes en tiempo real y ausencia de radiación ionizante, es por eso que el ultrasonido como complemento de las aplicaciones de procedimiento mejora el rendimiento del proveedor y la seguridad del paciente en los procedimientos perioperatorios que se realizan comúnmente.

**OBJETIVO GENERAL:** Describir el monitoreo del manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el transanestésico.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio transversal, Prospectivo, observacional, unicéntrico. Estudio que se realizó en Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI Enero a Febrero 2023 en pacientes pediátricos de 3 a 12 años sometidos a cirugía electiva donde se lleve a cabo el cálculo de requerimientos de líquidos con el método de Holliday- Segar y Gasometría arterial (Exceso-Base) donde se observó la presencia de sobrecarga hídrica con ultrasonido en modo M.

**Palabras claves:** Ultrasonografía, pulmonar, edema pulmonar, sobrecarga hídrica, Holiday-Segar, Gasometría arterial.

## **MARCO TEORICO:**

El manejo apropiado de líquidos es vital para la perfusión tisular adecuada y el equilibrio del medio interno, especialmente en entornos perioperatorios y niños críticamente enfermos. La población pediátrica es heterogénea, por lo que una fórmula puede no ser suficiente. (1) La fluidoterapia en el paciente quirúrgico está diseñada para cubrir diferentes requerimientos de líquidos: déficit de líquidos, requerimientos de líquidos de mantenimiento y volumen de líquido necesario para mantener una perfusión tisular adecuada. Los déficits de líquidos consisten en déficits preoperatorios (pérdidas en ayunas, gastrointestinales, renales o cutáneas), hemorragias y pérdidas del tercer espacio. (2) El objetivo principal de la estrategia de líquidos perioperatorios/transanestésicos es mantener la “homeostasis” mediante el restablecimiento de la fisiología normal a través de la euvolemia central y el suministro de electrolitos adecuados en función de las necesidades del niño. El manejo de fluidos se puede cubrir ampliamente en tres partes principales: Líquidos de reanimación, líquidos de mantenimiento y reemplazo de las pérdidas. (1)

### **Consideraciones fisiológicas**

Para una explicación clínica, hay dos compartimentos de líquido intracelular (LIC) y extracelular (LEC). El LEC se divide además en 3 compartimentos: plasma, líquido intersticial y transcelular. La distribución del contenido (líquido y iones) en el compartimento LEC e LIC está controlada por el efecto Donnan y las fuerzas de Starling. Por definición, el efecto Donnan establece que cuando una membrana semipermeable separa una solución de iones no difusibles de otra solución de iones difusibles, se alcanza el equilibrio con una distribución desigual de iones difusibles a través de la membrana semipermeable debido a la presencia de proteínas, manteniendo la neutralidad eléctrica. (1) La hipótesis de Starling dice que el movimiento del fluido debido a la filtración a través de la pared capilar depende del equilibrio entre el gradiente de presión hidrostática y oncótica a través de la pared capilar. (1) Adicionalmente, el desarrollo incompleto del miocardio y sistema simpático inmaduro hacen que los niños e infantes sean más sensibles a estos cambios. (3) La fluidoterapia de mantenimiento en niños se ha basado durante

medio siglo por recomendación de Holliday y Segar, que se relacionó con los estudios del metabolismo en pediatría. (2) Howland en 1911 midió el consumo de energía en niños y concluyó que los menores de un año (3-10 kg) metabolizan 100 kcal/kg/día y niños mayores 75 kcal/kg/día, mientras que los adultos metabolizan solamente 35 kcal/kg/día. En 1957, Holliday y Segar hicieron una revisión de datos los cuales correlacionaban requerimientos calóricos con metabolismo basal y necesidades. Concluyeron que los infantes en el hospital requirieron la mitad de las calorías para metabolismo basal y la mitad para crecimiento. Ellos sugirieron que los requerimientos calóricos son: 0-10 kg = 100 kcal/kg/día, 10-20 kg = 1000 kcal + 50 kcal/kg sobre los 10 kg, pero menor que 20 kg y 20 kg y mas= 1500 kcal+20 cal por cada Kg sobre los 20 kg. El metabolismo de 1 caloría produce 0.2 ml de agua y consume 1.2 ml de agua, calorías y consumo de agua son considerados iguales. (3) Publicaron "*La necesidad de mantenimiento del agua en la terapia de fluidos parenterales*" y propusieron la fórmula de 4/2/1 ampliamente utilizada en pediatría y también en anestesiología pediátrica. (1) Es una fórmula basada en el peso que establece que las necesidades de líquidos por hora de los niños; 0-10 kg = 4 ml/kg/hora de líquidos; 10-20 kg = 40 ml + 2 ml/kg/hora sobre los 10 kg, pero menor que 20 kg; > 20 kg = 60ml + 1ml/kg/hora. (2) Por eso para el manejo transanestésico normal de líquidos el cuerpo requiere de dos tipos: Líquidos de mantenimiento o preoperatorios y líquidos de reposición o perioperatorios. Los líquidos de mantenimiento se requieren por cuatro razones básicas: Evaporación de la piel, parte esencial de la termorregulación, eliminación de productos de desecho desde el riñón y las heces, pérdida de agua desde el tracto respiratorio y crecimiento. (2) Todas las guías (APA, NICE) aún siguen la Fórmula Holliday Segar para la terapia de mantenimiento. (1) El ayuno se ha vuelto menos importante debido a las nuevas pautas de ayuno para la cirugía electiva publicada por la Sociedad Americana de Anestesiólogos (ASA), que permite la administración de líquidos claros hasta 2 horas antes de la anestesia. A pesar de esto, los niños aún pueden presentarse para la cirugía después de haber estado ayuno durante más de 2 horas o tener déficits significativos relacionados con

el proceso de su enfermedad. (4)

<b>Material ingerido</b>	<b>Periodo mínimo de ayuno</b>
Líquidos claros	2 horas
Leche Materna	4 horas
Leche de formula	6 horas
Leche no humana	6 horas
Comida ligera	6 horas
Comida frita, grasosa o carne	8 horas

Tabla 1. Ayuno y Recomendaciones Farmacológicas, Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures: **An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration.** *Anesthesiology* 2017; 126:376–393

Los líquidos de reposición son pérdidas de agua causadas por trauma (incluyendo cirugía). (3) Los déficits de líquidos que aparecen en pacientes quirúrgicos, en ausencia de sangrado, pueden ser causados por alteraciones en la permeabilidad capilar o por vasodilatación. (5). Además, el "trauma" asociado con la cirugía los datos sugirieren que el volumen de fluido extracelular fue redistribuido o secuestrado en áreas que ya no se comunicaban con un espacio extracelular funcional y que esto se correlacionó con el grado de trauma observado. En pediatría, se ha propuesto que, dependiendo de la naturaleza del procedimiento quirúrgico, 1 mL/kg/hora hasta 15 mL/kg/hora o más dependiendo del traumatismo que presente, de fluidos isotónicos adicionales son necesarios para compensar estas pérdidas continuas. (6) Debido a fugas de líquido desde el espacio vascular en los tejidos de todo el sitio quirúrgico es difícil de contabilizar y se estima aproximadamente en 2 ml/kg/hora para cirugía superficial, 4-7 ml/kg/hora para toracotomía y 5-10 ml/kg/hora para cirugía abdominal. (1)

Trauma quirúrgico	Tipo de cirugía (ejemplos)	Reposición de líquidos
Mínimo	Hernia inguinal	1-2 ml/kg
Moderado	Reimplante de urétero	4 ml/kg
Severo	Escoliosis, oclusión, enterocolitis	>6 ml/kg

Tabla 2. Ejemplo de reposición de fluidos en el intraoperatorio (3)

### **Fisiología de la reposición de líquidos.**

Hace más de 10 años Adamson y colaboradores describieron que un glicocálix intacto es el determinante primario del balance en el intercambio de líquidos. El también llamado glicocálix endotelial es una capa rica en carbohidratos que reviste el lado luminal del endotelio vascular saludable, está constituido por una membrana unida a proteoglicanos y glicoproteínas, que se unen a las proteínas del plasma, principalmente a la albúmina humana, construyendo una capa fisiológicamente activa que recubre el endotelio actuando como una franja intravascular que retiene los constituyentes del plasma que serían forzados por la fuerza hidrostática hacia el intersticio por lo tanto, la fuerza de la presión oncótica mantiene el compartimento vascular desarrollado exclusivamente en el lado luminal de la pared de los vasos a través del glicocálix endotelial, sin tomar en cuenta las condiciones del líquido intersticial. Actualmente sabemos que la capa de glicocálix se daña en estados de hipervolemia, choque, hiperglicemia, isquemia, reperfusión, lesión pulmonar aguda y sepsis entre otros, y que al encontrarse dañado desaparece el mecanismo protector y regulador más importante de la membrana celular. El glicocálix dañado resulta en un aumento de la permeabilidad vascular que puede generar edema, adhesión de leucocitos y plaquetas al endotelio, alteración en la biodisponibilidad de óxido nítrico, aumento de riesgo cardiovascular sobre todo en estados de hiperglicemia e hiperlipidemia. Por eso actualmente el balance hídrico guiado por objetivos se ha postulado como el estándar en el manejo de líquidos en el perioperatorio al proponer un manejo individualizado de acuerdo con las características y necesidades de cada paciente y el entorno quirúrgico específico. (7) Los protocolos recomiendan la infusión de cristaloides balanceados de 1 a 3 ml/kg/hora y administrar bolos adicionales de líquido solo para satisfacer las

necesidades juzgadas por los volúmenes medidos perdidos durante la cirugía o la evaluación de la perfusión periférica (tal como de acuerdo con la llamada 'Restricción de fluidos dirigida por objetivos'). (8)

### **Fisiopatología pulmonar en sobrecarga de líquidos intravenosos**

El agua pulmonar extravascular (APEV) es el agua dentro de los pulmones fuera de la circulación pulmonar y equivale a la suma del líquido intersticial, intracelular, alveolar y linfático, excluyendo los derrames pleurales. (9) Fisiológicamente, hay una fuga normal de líquido y solutos desde los microvasos pulmonares hacia el tejido intersticial pulmonar. Los líquidos y solutos no llegan a los alvéolos debido a las estrechas uniones del epitelio alveolar. Esta filtración neta de líquido hacia el exterior de los microvasos al intersticio incluye principalmente el gradiente de presiones hidrostáticas y oncóticas entre los espacios vascular e intersticial y el coeficiente de filtración de la barrera alveolocapilar. El aumento de edema pulmonar intersticial puede ocurrir como resultado del aumento de la presión hidrostática microvascular pulmonar o de la disminución de la presión oncótica de la sangre o como resultado del aumento de la permeabilidad de la barrera alveolocapilar. En las primeras etapas, el aumento de APEV intersticial está regulado por el aumento compensatorio del drenaje linfático. Sin embargo, a una alta tasa de filtración de fluidos, el drenaje linfático se ve abrumado y el APEV intersticial ingresa a los alvéolos. (10) A menudo se administran sin un límite de seguridad y existe riesgo de sobrecarga de líquidos descontrolada debido a un monitoreo inadecuado. (11)

### **El problema de la sobrecarga de líquidos en el entorno perioperatorio.**

Los anestesiólogos deben encontrar un equilibrio y determinar el estado de volumen ideal para cada paciente. Antes el riesgo del procedimiento anestésico en sí era alto y provocaba muertes, en estos días las muertes relacionadas con la anestesia son extremadamente bajas. Sin embargo, la muerte después de la cirugía, incluido todo el proceso perioperatorio, no ha disminuido sustancialmente. La muerte dentro de los 30 días posteriores a la cirugía es la tercera causa principal de muerte en los

Estados Unidos de América, detrás de las enfermedades cardíacas y las neoplasias malignas. El manejo hemodinámico y de volumen perioperatorio son consideraciones importantes para mejorar los resultados. (12) Sin embargo, cuando se encuentran en exceso, se puede prolongar la estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y en el hospital e incluso disminuir la supervivencia. (13) El edema pulmonar se asocia con un aumento de las hospitalizaciones, mortalidad por todas las causas y altos costos. (14) Estas prácticas pueden atribuirse a los inconvenientes de los métodos de evaluación de volumen utilizados actualmente. (13) Los métodos para interpretar el volumen intravascular van desde evaluaciones clínicas, como la inspección de las venas y la elevación pasiva de las piernas, hasta métodos más invasivos, como el cateterismo venoso central y de la arteria pulmonar, y métodos técnicamente más intensivos, como la ultrasonografía y el análisis de los parámetros de flujo. (15)

### **Métodos utilizados para el monitoreo de líquidos perioperatorio.**

#### **-Gasometría arterial**

Los valores de exceso de base se utilizan ampliamente para evaluar el componente metabólico del equilibrio ácido-base en los pacientes. (16) El exceso base se define como la cantidad de ácidos o bases fuertes (expresada en mEq) necesaria para llevar la sangre oxigenada a un pH de 7,40, mantenida a una temperatura de 37°C en presencia de una PCO<sub>2</sub> a 40 mmHg. (17) Varía de -3 a +3 mEq/L. Las determinaciones del exceso de base en el líquido extracelular (BE<sub>ecf</sub>) se calculan a partir de mediciones de pH y PCO<sub>2</sub> obtenidas en un analizador de gases en sangre. La influencia de la fluidoterapia en el equilibrio ácido-base debido a que es de componente metabólico se basa en la diferencia de iones fuertes y la concentración de ácidos débiles. La albúmina es uno de los principales componentes de la concentración de ácidos débiles, en la mayoría de los pacientes en estado crítico, se observa hipoalbuminemia debido a razones tales como sobrecarga de volumen, fuga endotelial debido a la inflamación y deficiencia nutricional. (18) Las perturbaciones ácido-base inducidas por fluidos pueden explicarse mecánicamente de la siguiente manera. La diferencia de iones fuertes de

cada fluido es diferente del plasma. Si se administra una cantidad excesiva de líquido por vía intravenosa, a medida que el plasma sufre hemodilución, la diferencia de iones fuertes cambiarán linealmente, ayudando a adaptar las terapias más adecuadas, especialmente en cuidados intensivos o pacientes perioperatorios. (17)

### **-Otros métodos**

Otra opción podría ser medir las presiones de llenado venoso como presión venosa central o la presión de oclusión de la arteria pulmonar, otra forma de optimizar el estado de líquidos de los pacientes es mediante el uso de parámetros dinámicos como la variación del volumen sistólico, la variabilidad de la presión del pulso o el índice de variabilidad pletismográfica (PVI), hoy en día hay una variedad de tecnologías disponibles que pueden medir esto de forma invasiva y no invasiva, aunque es útil para evaluar el equilibrio de líquidos, no necesariamente proporciona una indicación precisa de la pérdida del tercer espacio, el gasto cardíaco y la perfusión de órganos, existe otro tipo de monitoreo menos invasivo como DCQ ODM y NICO para optimizar la administración de fluidos intraoperatorios, entre ellas la monitorización Doppler transesofágica se ha considerado una alternativa precisa y no invasiva al cateterismo de la arteria pulmonar para la reposición de volumen y la medición del gasto cardíaco en pacientes sometidos a cirugía mayor, que reflejó con precisión la dirección y la magnitud de los cambios en el gasto cardíaco a lo largo del tiempo durante las alteraciones hemodinámicas abruptas. Las sondas diseñadas para pesos más bajos y aortas más pequeñas pueden mejorar la precisión, así existen estudios que sugieren que se debe tener precaución antes de usar monitores porque rastrean individualmente los cambios del gasto cardíaco en muchos pacientes, y no se puede confiar en que proporcionen los mismos valores., especialmente porque se pueden administrar volúmenes de fluidos potencialmente muy grandes para lograr criterios de valoración alternativos, a pesar de que son costosos y no muchos hospitales lo tienen a su alcance por lo que la falta de concordancia sugiere que se realicen más estudios comparativos para su evaluación. También la ultrasonografía del corazón y la vena cava no son muy útiles para calificar o cuantificar el edema pulmonar. El manejo guiado por ultrasonografía

pulmonar, exclusivamente o junto con otras modalidades de diagnóstico, tiene el potencial de mejorar la atención del paciente, ya que conduce a un balance de líquidos reducido sin efectos adversos relacionados con la hipoperfusión. (14,19,20)

### **Uso de ultrasonografía pulmonar**

Naji et al, dice que el ultrasonido en el punto de atención (POCUS) es la utilización del ultrasonido junto a la cama del paciente en tiempo real, utilización de POCUS por anestesiólogos se puede utilizar para mejorar la toma de decisiones clínicas en una variedad de situaciones perioperatorias debido a su capacidad para evaluar la función pulmonar, colocación del tubo endotraqueal, la función cardíaca, el riesgo de aspiración, la hemodinámica, el acceso vascular y la visualización de nervios para procedimientos regionales. Es importante utilizar el ultrasonido pulmonar como otra herramienta en el entorno perioperatorio. (21) La ultrasonografía pulmonar puede identificar y cuantificar con precisión el edema. (14) Recientemente, la cuantificación de líneas B se ha validado como una cuantificación de la congestión pulmonar. Esto sugiere que el ultrasonido pulmonar puede proporcionar un umbral de seguridad para realizar la terapia de fluidos y evitar la sobrehidratación. (18) Tiene las ventajas de ser seguro, no invasivo, rápidamente disponible y ya forma parte de diferentes algoritmos de diagnóstico para condiciones potencialmente mortales, proporcionando un umbral de seguridad valioso, con la adquisición de información en "tiempo real". (18) El protocolo FALLS (Fluid Administration Limited by Lung Sonography) realiza la búsqueda secuencial de choque obstructivo, cardiogénico, hipovolémico y distributivo mediante ecocardiografía simple en tiempo real y luego ecografía pulmonar para evaluar un parámetro directo de la volemia clínica. El concepto de *volemia clínica* indica que estamos interesados en la demostración temprana de sobrecarga de líquido en el órgano vital principal, supuestamente libre de líquido, con precisión el edema intersticial con una curva de aprendizaje pronunciada en una etapa temprana. (22) Con factibilidad es cercana al 100% y desplazando a los análisis de gases en sangre. Solo dos signos son suficientes para definir la normalidad (deslizamiento pulmonar, líneas A), teniendo un riesgo reducido de interpretaciones erróneas. (23) Mok et al refiere

relevancia para la práctica de la anestesia moderna, debe formalizar y capacitar dentro de los programas de residencia en anestesiología canadienses. (24) Russel et al realizo un estudio observacional prospectivo multicéntrico de estudiantes novatos, médicos y no médicos, donde recibieron una sesión de capacitación de USG de 2 horas sobre la evaluación de las líneas B, demostrando que después de una formación breve y estructurada, se puede alcanzar la competencia para cuantificar líneas B en USG pulmonar. En Texas Children's Hospital, se desarrolló un POCUS, donde encontraron una amplia evidencia que sugiere un beneficio significativo para su incorporación en la atención perioperatoria, asegurando una evaluación de alta calidad con este estetoscopio del siglo XXI. (25)

### **Ultrasonido pulmonar: Método (Equipo y Técnica)**

El equipo de ecografía necesario para la realización de la técnica solo precisa de imagen bidimensional y en modo M (movimiento). Para la ecografía de los pulmones se prefiere un transductor curvilíneo de baja frecuencia (3–6 MHz). Los transductores micro convexos exhiben el beneficio adicional de tener una huella más pequeña para una mejor colocación y aplicación intercostal en pacientes pediátricos. Los transductores lineales de alta frecuencia (7–12 MHz) también se prefieren en pacientes pediátricos. La ultrasonografía pulmonar se realiza con el paciente en decúbito supino y/o sentado (desde atrás), es una forma fácil y eficaz de completar el examen pulmonar de forma rápida y adecuada, en decúbito supino son suficientes 4 áreas en cada hemitórax, y que lo dividen en 2 zonas, anterior y lateral, con la línea axilar anterior como divisoria. A su vez, cada zona se divide en una superior y otra inferior según una línea horizontal que atravesaría la unión del tercio medio con el inferior del esternón, cada pulmón se examina en tres sitios; el punto anterior superior, el punto anterior inferior y el punto alveolar lateral posterior o pleural. La obtención de imágenes debe llevarse a cabo colocando la sonda en

cada punto en la orientación longitudinal. La sonda debe estar casi perpendicular a la superficie de la piel porque una angulación excesiva hará que el haz se extravíe y dificultará la interpretación de las imágenes de ultrasonido. Algunos expertos afirman que puede hacerse una exploración completa en unos 3 minutos. (26,27)

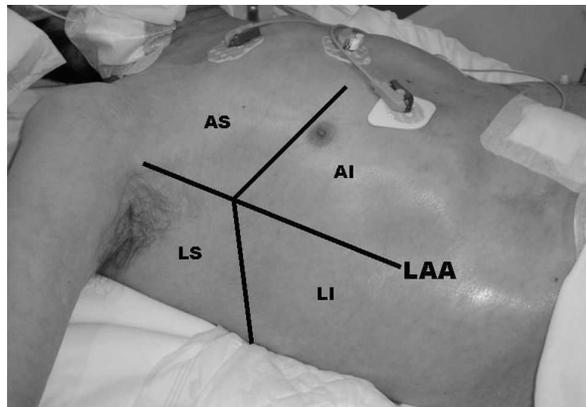


Imagen 1. Áreas de exploración. AI: antero inferior; AS: anterosuperior; LAA: línea axilar anterior; LI: latero inferior; LS: latero superior. (26)

La presencia de líneas B puede

evaluarse escaneando el tórax, desde el segundo hasta el cuarto espacio intercostal en el lado izquierdo, y desde el segundo hasta el quinto espacio intercostal en el lado derecho, en para esternal, medio clavicular, anterior-axilar, y líneas axilares medias, con el paciente en posición supina (18).

## ¿Qué vamos a encontrar en la ultrasonografía pulmonar?

### Análisis de artefactos

Las imágenes que no se corresponden con ninguna estructura fácilmente reconocible, sino que se producen por parte de la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfaces de los tejidos, se denominan artefactos. En la ultrasonografía pulmonar y la evaluación del estado de los fluidos corporales los más importantes se visualizan como una serie de líneas, horizontales o verticales, y hay que conocer lo que representan y en qué entidades se producen, pero a su vez hay que diferenciarlas entre sí para evitar errores de interpretación. (26,28)

### Artefactos de línea A

En un pulmón aireado normal, las imágenes de ultrasonido muestran artefactos de línea A. (28) Son líneas horizontales ecogénicas que se desvanecen gradualmente dispuestas a intervalos iguales por debajo de la línea pleural, y representan el artefacto de repetición de la pleura parietal. Su presencia indica que hay aire/gas debajo de la pleura, que refleja las ondas ultrasónicas de regreso a la sonda,

provocando el movimiento de ondas de un lado a otro entre el transductor y el aire debajo de la pleura, lo que da como resultado este artefacto. Entre los signos ultrasonográficos presentes y normales encontramos: Señal de deslizamiento de pulmón: su presencia indica que las dos capas pleurales están en aposición entre sí y se deslizan con la respiración por el movimiento entre las dos capas pleurales.

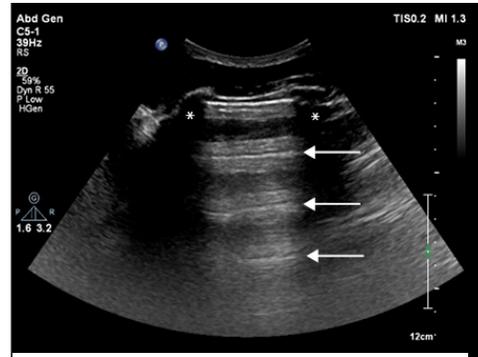


Imagen 2. Transductor lineal de alta frecuencia (7–12 MHz) que representa líneas A. (27)

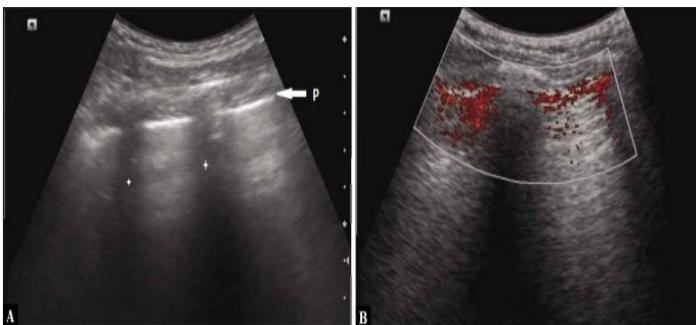


Imagen 3. A.- Muestra la línea pleural-P (flecha; las estrellas indican las sombras de las costillas); B. Imagen Power Doppler de un pulmón deslizando normal. La presencia de color indica movimiento en la línea pleural. (27)

Signo de la orilla de mar: visto en modo M aparece como el signo de la orilla del mar en el que la pleura y las estructuras suprayacentes aparecen como líneas ecogénicas horizontales, mientras que el pulmón subyacente tiene una apariencia granulosa/arenosa. El aspecto estratificado por encima de la línea pleural se debe a la pared torácica inmóvil (olas); mientras que, por debajo de la línea pleural, el movimiento del pulmón muestra un patrón arenoso (la orilla). (27)

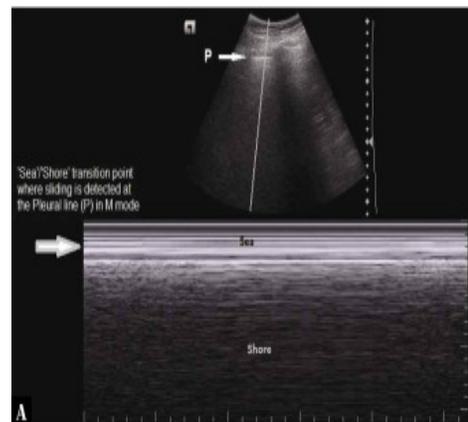


Imagen 4. A.- Imagen de ultrasonido en modo M que muestra el signo de la orilla del mar; P indica la línea pleural. (27)

## Artefactos de las líneas B

Las líneas B (también conocidas como cometas pulmonares) se deben a discretos artefactos de reverberación vertical que se originan en la línea pleural, se extienden hasta la profundidad de la imagen sin disminuir en intensidad y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar. Su rasgo característico es

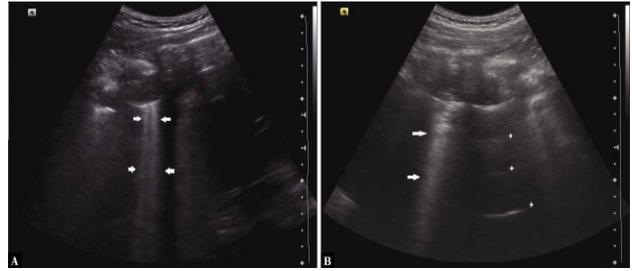


Imagen 5. A. Ecografía longitudinal en escala de grises del espacio intercostal que muestra las líneas B que discurren verticalmente; B. Se ven líneas B confluentes. Las líneas B oscurecen las líneas A horizontales que se ven en el espacio intercostal adyacente (representado por un asterisco). (27)

que oscurecen las líneas A, esto por un aumento de la densidad del pulmón subyacente provocado por la sustitución del aire por líquido, reduciendo el desajuste acústico entre la pleura y las estructuras subyacentes. Esto hace que el haz de ultrasonidos se refleje hacia el transductor y que el haz reflejado se mueva de un lado a otro, lo que produce artefactos distintivos en forma de cola de cometa. Las líneas B no se observan en el neumotórax. Se pueden ver líneas B ocasionales (hasta dos o tres,) en pulmones normales (comúnmente en las bases). (27)

La razón principal de los artefactos de la línea B es la presencia de líquido en los espacios intersticiales o interalveolares. Las líneas B son artefactos hiperecogénicos en cola de cometa que emergen del nivel de la línea pleural y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar. El síndrome intersticial es un trastorno rara vez reconocido con las herramientas habituales,

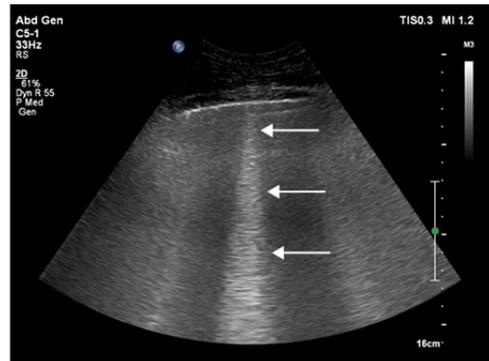


Imagen 6. Sonda colocada paralela a los espacios intercostales; un artefacto de línea B visible (flechas): hiperecogénico, que surge de la

habituando al ultrasonido pulmonar como uno de los métodos estándar de oro para su evaluación correlacionando las líneas B y la cantidad de agua pulmonar extravascular. (18,23) Así en caso de edema intersticial, que es un precursor del edema alveolar, su presencia o ausencia puede orientar la administración de fluidos.

Ecográficamente, el síndrome intersticial aparece como múltiples líneas B. Su número aumenta a medida que disminuye el contenido de aire de los pulmones y aumenta la densidad pulmonar. (27) La detección es posible a través de artefactos lineales que se originan en tabiques interlobulillares espesados con agua y otras estructuras subpleurales. Cuando la densidad pulmonar aumenta debido al trasudado, se crean artefactos de reverberación hiperecogénicos conocidos como "líneas B" estas ausentes en pacientes euvolémicos y aparecen antes de los síntomas clínicos o signos de sobrecarga de líquidos, creando una huella de eco peculiar, cambiando pulmón negro, sin agua pulmonar extrapulmonar a un patrón en blanco y negro (edema subpleural intersticial con múltiples líneas B) o un patrón de pulmón blanco (edema pulmonar alveolar), con una especificidad del 95 % y una sensibilidad del 97 % su diagnóstico. Por lo tanto, el número y el patrón de las líneas B se pueden usar para rastrear cambios dinámicos en la congestión pulmonar y monitorear la respuesta a la terapia hídrica, esta evidencia en evolución ha llevado a incorporar la evaluación de líneas B por ultrasonografía pulmonar en las pautas internacionales de insuficiencia cardíaca. Las líneas B se pueden evaluar en cualquier lugar, en cualquier momento, por cualquier persona (incluso un ecografista novato después de 1 hora de entrenamiento) y en cualquier persona, permiten la detección no invasiva, en tiempo real, con un enfoque de bajo costo y sin radiación. La miniaturización de los dispositivos de ultrasonido permite una reproducibilidad del examen para monitorear la respuesta a los fluidos, brindando una herramienta invaluable para administrar y monitorear la fluidoterapia de manera segura, así como para controlar la deficiencia de fluidos. Una definición actualizada de la líneas B requiere tres criterios constantes y cuatro bastante constantes que son; un artefacto de la cola de cometa; que surge de la línea pleural; moviéndose en concierto con deslizamiento pulmonar. Los otros cuatro criterios están casi siempre presentes: largo; bien definido; borrado de líneas A; hiperecoico. (23,29,30,31).

Según el volumen de líquido en el pulmón, los artefactos de la línea B producen:

**1.-** El síndrome intersticial, correspondiente a la presencia de líquido en los espacios intersticiales. 4 o más artefactos de línea B están presentes dentro de una sola

ventana intercostal con una posición de sonda longitudinal. La distancia entre ellos es superior a 7 mm, lo que resulta de la estructura anatómica y se equipara al grosor de los tabiques interlobulillares. Los artefactos de la línea B se mueven sincrónicamente con el ciclo respiratorio y el deslizamiento pleural y permanecen separados. **2.-** El síndrome alveolo-intersticial, correspondiente a la presencia de líquido en los espacios intersticial e interalveolar. La distancia entre los artefactos es de 3 mm y los artefactos de la línea B se superponen sincrónicamente con el ciclo respiratorio. **3.-** El signo del pulmón blanco, una imagen completamente blanca del pulmón, sin artefactos únicos visibles, que corresponde a grandes volúmenes de líquido dentro de los espacios alveolo-intersticiales, siendo la siguiente etapa la consolidación sin aire. (28) La suma de todas las líneas B produce una puntuación que evalúa el grado de congestión pulmonar. Puntuación de líneas B < 4 se considera normal, mientras que una puntuación de líneas B >15 refleja una congestión pulmonar moderada/grave. (18)



Imagen 7. Síndrome intersticial: cohetes pulmonares; A: presencia de cuatro o cinco líneas B, (aquí cohetes septales que se correlacionan con septos interlobulares subpleurales engrosados), sugestivos para el edema pulmonar; B: presencia del doble de líneas B, llamadas cohetes de vidrio esmerilado. Sugestivo de edema pulmonar grave C: Líneas Z para la comparación. Estos están mal definidos, son cortos y no borran las líneas A (flechas). (23)

Wang et al encontró que la sensibilidad de la ecografía para el diagnóstico de edema agudo de pulmón es del 97% (IC 95%: 96%-98%) y la especificidad global fue del 98% (IC 95%: 97%-99%). (32) Mhanna et al realizó una revisión sistemática y metanálisis donde su estudio demostró que la terapia diurética de la congestión pulmonar guiada por USG para pacientes ambulatorios reduce las visitas urgentes por empeoramiento de los síntomas de insuficiencia cardíaca. (33) En pediatría hay muchas ventajas de usar el ultrasonido pulmonar entre lo mas importante es que es seguro y no utiliza radiación ionizante dañina como la radiografía de tórax

convencional, bien tolerada por los niños de todas las edades, evita herramientas invasivas y lentas, así como traslados potencialmente peligrosos dentro del hospital demostrando que es superior a la del examen físico y la radiografía de tórax combinados. (27,34) En anestesia pediátrica se ven los beneficios que incluyen accesibilidad, portabilidad, facilidad de uso, imágenes en tiempo real y ausencia de radiación ionizante. (35) La interacción del haz de sonido con los tabiques interlobulillares produce las llamadas líneas B, también conocidas como cohetes pulmonares o colas de cometa. Los investigadores han subdividido las líneas B en líneas B7 (separación de 7 mm), lo que indica tabiques interlobulillares engrosados, y líneas B3 (separación de 3 mm), que indican el equivalente de la apariencia de vidrio esmerilado en la TAC, refiriendo que también ocurren hallazgos similares en los niños. (36) Allinovi et al presume que la sobrecarga de líquidos se puede cuantificar en bebés y niños que reciben diálisis mediante ultrasonido pulmonar realizando un estudio donde encontró que la ecografía pulmonar es un método práctico y sensible para cuantificar la sobrecarga de líquidos en bebés y niños en diálisis. Los cambios en la puntuación de la línea B de la ecografía pulmonar fueron evidentes en tiempo real con la extracción de líquido durante la diálisis, observando una reducción en las puntuaciones de la línea B de los niños durante las sesiones individuales de hemodiálisis con ultrafiltración. Esta observación, junto con el hallazgo de que las líneas B cuantifican la sobrecarga subclínica de líquidos en niños, sugiere una posible aplicación de la ecografía para guiar la reducción progresiva del peso pos-diálisis con el fin de optimizar el estado de líquidos inicial de los pacientes. (29) Conlon et al realiza una revisión que destaca la literatura y la experiencia que respaldan las aplicaciones de ultrasonido enfocado en el entorno perioperatorio pediátrico en anestesiología. Donde menciona que hay un número creciente de aplicaciones de ultrasonido para anesthesiólogos que pueden mejorar el rendimiento clínico, la seguridad de los procedimientos y los resultados de los pacientes. Las declaraciones de política y las pautas de la Academia Estadounidense de Pediatría, el Colegio Estadounidense de Cirujanos, la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía y la Sociedad de Medicina de Cuidados Críticos han respaldado la incorporación del ultrasonido en la práctica de subespecialidades

no cardíacas y no radiológicas. Se utiliza mejor para aplicaciones de diagnóstico cuando la pregunta clínica se encuentra con frecuencia en el entorno de la práctica, cuando es susceptible de interrogación por ultrasonido y cuando tiene medidas de resultado discretas (es decir, líquido presente/ausente, función normal/leve/moderado/grave, etc.), presentando así desafíos y oportunidades únicos para la tecnología de ultrasonido en manos del anesthesiólogo pediatra. El ultrasonido ya no puede verse como una tecnología "novedosa" para la anestesiología pediátrica, ya que la mayoría de los anesthesiólogos pediatras tienen la educación necesaria y acceso al equipo para la implementación clínica. El ultrasonido como complemento de las aplicaciones de procedimiento mejora el rendimiento del proveedor y la seguridad del paciente en los procedimientos perioperatorios que se realizan comúnmente. (37)

Hasta el momento no existe ningún estudio en la literatura similar al que se realizó en este trabajo y solamente existen en pacientes pediátricos renales y cardiopatas.

## **JUSTIFICACIÓN:**

El hospital de pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI es un centro de referencia de tercer nivel para la región centro y sur del país; considerando este volumen elevado de pacientes y procedimientos, resulta de especial interés describir y contrastar los resultados de la terapia hídrica guiada por ecografía pulmonar como parte del monitoreo convencional en pacientes sometidos a cirugía mayor en nuestra unidad, a fin de observar, valorar y generar información de relevancia clínica que permita discriminar las mejores opciones anestésicas.

Se ha demostrado que la terapia hídrica transanestésica influye en el entorno del paciente tanto en tiempo perioperatorio como en el postoperatorio. Nuestra preocupación en el manejo hídrico del paciente pediátrico es la optimización del suministro de oxígeno a los tejidos. La carga intravascular insuficiente en la reanimación temprana da como resultado una infusión tisular, disfunción orgánica y acidosis. También se ha demostrado que la administración excesiva de líquidos es perjudicial en el entorno perioperatorio y en la lesión pulmonar aguda, prolongando tanto el tiempo de estancia intrahospitalaria, y la morbimortalidad, entonces; La ecografía pulmonar aplicada a nuestra práctica diaria como guía y como parte del manejo hídrico de pacientes en el perioperatorio se ha distinguido como una excelente herramienta para la práctica médica en diversas áreas, como en quirófanos, las unidades de urgencias médico-quirúrgicas y terapia intensiva. En consecuencia, la utilización de la ecografía pulmonar agiliza las decisiones relativas a la introducción de una terapia adecuada. Aprovechar la capacidad de la ecografía como parte del monitoreo anestésico transoperatorio en pacientes pediátricos conducirá a mejores resultados en el paciente que los de la terapia estándar, así como reducir la estancia intrahospitalaria y disminuir la morbimortalidad.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La sobrecarga de líquidos en el entorno perioperatorio/transanestésico es muy común, siendo los anestesiólogos parte importante en el proceso perioperatorio. En las últimas décadas el riesgo de muerte por la anestesia es extremadamente bajo, sin embargo, la muerte después de la cirugía, incluido todo el proceso perioperatorio, no ha disminuido sustancialmente. El riesgo de muerte durante los 30 días siguientes a la cirugía es 1000 veces más probable que durante la misma. El manejo hemodinámico y de líquidos perioperatorio es importante para mejorar los resultados. Existe un consenso de que la sobrecarga de líquidos y la depleción severa de líquidos en el período perioperatorio es dañina y conducen a resultados adversos. Desafortunadamente, el manejo adecuado de la terapia de volumen es un desafío que requiere pruebas y monitoreo adicionales que rara vez se usan en la práctica clínica. La sobrecarga de líquidos se conoce como silenciosa y mortal. Al evaluar las diversas técnicas para evaluar el estado hídrico, es útil contrastar la utilidad del ultrasonido pulmonar para predecir la respuesta a los líquidos. Se realizaron metanálisis de los datos disponibles que informan estimaciones de riesgo relacionadas con la sobrecarga de líquidos y el balance de líquidos acumulativo positivo, asociándose con aumento de las hospitalizaciones, mortalidad y altos costos. La aparición de líneas B sugieren la presencia de edema pulmonar considerándose como el punto final para la terapia de fluidos. La versatilidad de la ecografía pulmonar anuncia un tipo de medicina visual, así como una prioridad en el perioperatorio y en cuidados intensivos, demostrando tiene costos más bajos y una sensibilidad y especificidad diagnósticas superiores en comparación con otras herramientas de evaluación inicial, así su relevancia para la práctica de la anestesia moderna ya que evita exposición a radiación en comparación con la radiografía de tórax y tomografía computarizada, así como dar lugar a un régimen hídrico mejorado durante el transanestésico que evite la administración de un exceso de líquidos como parte de el monitoreo de nuestro paciente, que a su vez limite el daño consecuente y disminuya la morbilidad y mortalidad, así como la estancia intrahospitalaria.

**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

¿Cuál será el comportamiento del monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund”?

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo general:**

Describir el monitoreo del manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el transanestésico.

### **Objetivos específicos:**

- Describir la frecuencia de sobrecarga hídrica por método de Holliday-Segar
- Describir la frecuencia de sobrecarga hídrica por hallazgos metabólicos de la gasometría arterial
- Describir la frecuencia de sobrecarga hídrica por ultrasonografía pulmonar
- Describir la correlación de frecuencia de sobrecarga hídrica por hallazgos de ultrasonografía pulmonar y el balance hídrico por método de Holliday-Segar en tiempo basal, transoperatorio (a las dos horas de iniciar el transanestésico) y final
- Describir la correlación de frecuencia de sobrecarga hídrica por hallazgos de ultrasonografía pulmonar y los resultados de gasometría arterial basal, transoperatorio (a las dos horas de iniciar el transanestésico) y final.

## **HIPÓTESIS:**

- **Hipótesis Ho:**

El monitoreo del manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar tendrá correlación con el método de balance hídrico convencional.

- **Hipótesis Ha:**

El monitoreo del manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar no tendrá correlación con el método de balance hídrico convencional.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN:**

### Criterios de inclusión:

- Pacientes con edades de 3 a 12 años
- ASA III
- Pacientes con monitoreo tipo 2 (línea arterial)
- Cirugía mayor electiva

### Criterios de exclusión:

- Cirugía torácica
- Choque hipovolémico

### Criterios de eliminación:

- Pacientes que no firmen consentimiento informado anestésico y asentimiento.
- Pacientes que mueran durante la cirugía durante en el transanestésico.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO

Demográficas: sexo, edad

Variables independientes:

Variable	Tipo de variable	Escala de medición	Definición conceptual	Definición operacional	Nivel de medición
<b>Estatus del balance hídrico</b>	Cuantitativa	Continua	Método de cálculo de requerimientos de líquidos de mantenimiento y consumo energético por medio de la formula Holiday Segar.	Se revisó el requerimiento de líquidos del paciente consignado en dos tiempos transanestésico y final	En mililitros
<b>Exceso-Base por gasometría arterial</b>	Cuantitativa	continua	Cantidad de base requerida para volver el pH de la sangre de un individuo al valor normal	Se revisó el exceso-base por Gasometría arterial	Exceso-Base, Déficit-Base o neutralidad por gasometría arterial.
<b>Sexo</b>	Cualitativa	Nominal dicotómica	Sexo biológico del paciente	Se revisó el sexo del paciente.	Femenino Masculino
<b>Edad</b>	Cuantitativa	Continúa	Tiempo transcurrido del nacimiento del paciente hasta la fecha del procedimiento.	Se revisó la edad del paciente.	Años 3-12 años
<b>Clasificación ASA</b>	Cualitativa	Ordinal	Escala cualitativa para estimar el estado físico del paciente	Se revisó la clasificación obtenida previo a cirugía.	1.Clase I 2.Clase II 3.Clase III 4.Clase IV 5.Clase V 6.Clase VI
<b>Horas de tiempo de transanestésico</b>	Cuantitativa	continua	Tiempo transcurrido entre el inicio del procedimiento anestésico hasta el final de este.	Se revisó los registros de tiempo consignados	Horas
<b>Cirugía mayor</b>	Cualitativa	Nominal	Comorbilidad significativa, ASA >2, larga duración de la operación, isquemia de órganos, pérdida de sangre >1000 ml, uso elevado de vasopresores y la necesidad de	Se revisó los registros de el tipo de cirugía a la cual será sometido el paciente	Cirugía a la cual se someterá el paciente (oncológica, LAPE, etc.)

			cuidados intermedios o intensivos posoperatorios		
<b>Transfusión de hemoderivados</b>	Cualitativa	dicotómica	Operación donde se hace pasar directa o indirectamente contenido de sangre u otro componente sanguíneo.	Se revisó los registros de tiempo consignados	Si o No
<b>Uso de cristaloides y/o coloides</b>	Cualitativa	dicotómica	Tipo de disolución que se emplean para reposición de líquidos intravenosos.	Se revisó los registros de tiempo consignados	Si o No

**Variables dependientes:**

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Nivel de medición</b>
<b>Rastreo pulmonar (líneas B de Kerley)</b>	Cualitativa	Dicotómica	Artefactos de reverberación vertical que se originan en la línea pleural, y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar.	Se evaluará la presencia de más de 4 líneas B de Kerley.	Si o No

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Previa autorización del Comité de Ética y de Investigación locales ingresaron al estudio todos aquellos pacientes que requieran tratamiento quirúrgico electivo, que reunieron los criterios de inclusión; la manera de seleccionar a los participantes del estudio fue por medio de la programación quirúrgica para detectar a los pacientes en una edad comprendida de 3 a 12 años que fueron sometidos a cirugía mayor electiva categorizados como ASA III. Un día antes de la cirugía se acudió a realizar la valoración preanestésica en donde se le hizo la invitación a participar en el estudio dando toda la información necesaria para aclarar las dudas acerca de la investigación, los riesgos y beneficios derivados de la participación y en caso de aceptar se plasmará por escrito la firma de los padres o tutores, así como en el asentimiento en el caso de los niños con edad para firmarla.

1. Se seleccionó a pacientes sometidos a cirugía mayor (según la European surgical association define la cirugía mayor; comorbilidad significativa paciente con ASA >2, parámetros quirúrgicos clave (larga duración de la operación, isquemia de órganos, pérdida de sangre >1000 ml, uso elevado de vasopresores y la necesidad de cuidados intermedios o intensivos posoperatorios) electiva (procedimientos que los pacientes deberán realizarse, pero no necesariamente de forma inmediata) en la programación obtenida día previo por jefe de quirófano y anestesiología.
2. Día previo al evento quirúrgico, se realizó valoración preanestésica: interrogatorio, exploración física y evaluación de estado físico de acuerdo con ASA. (Anexo 2)
3. Se explicó a los padres o tutores del paciente y al mismo paciente del monitoreo a realizar durante el procedimiento, dándoles consentimiento informado para su aceptación y carta de asentimiento (Anexo 3 y Anexo 4).

4. Se revisó el balance hídrico documentado en la hoja de enfermería para categorizarlo en sobrecarga hídrica, balance neutro o déficit hídrico y se verificó la selección del paciente en este protocolo de estudio para inclusión o exclusión de este.
5. Una vez seleccionado el paciente, **se ingreso a quirófano a cargo del anestesiologo pediatra asignado a la sala**, se inició monitoreo tipo I no invasivo según la NOM-170-SSA1-1998, para la practica de anestesiología (presión arterial, frecuencia cardiaca por cardioscopio, saturación de oxígeno por oximetría de pulso, temperatura central a través de termómetro esofágico y capnografía).
6. Se inicio el procedimiento anestésico en todos los pacientes y posterior a intubación orotraqueal y ventilación mecánica como **parte del procedimiento anestésico en pacientes sometidos a cirugía mayor según la American Society of Anesthesiologists (ASA)**, se canuló un catéter arterial periférico para monitoreo hemodinámico de seguimiento continuo por medio de una curva de la presión intraarterial con catéter periférico calibre 22 (1 pulgada o 2, 54 cm) o 23 (conjunto alado [mariposa]; 0,5 pulgadas o 0, 75 cm) de 1,3 mm de diámetro aptas para pacientes pediátricos, ancianos o venas pequeñas de acuerdo con Ginebra: Organización Mundial de la Salud, marzo 2010 y toma de gasometrías en el transanestésico con jeringa de insulina heparinizada tomando 0.2 Mililitros los cuales son suficientes para realizar la muestra sin provocar eventos adversos al paciente.
7. Se inicio balance hídrico convencional por método de Holliday-Segar y se tomó gasometría arterial basal al momento de comenzar el tiempo transanestésico registrado previamente **por anestesiólogo pediatra asignado a la sala quirúrgica**, así como un rastreo pulmonar basal. Se tomaron gasometrías subsecuentes a la par de las horas evaluadas por Holliday-Segar por mismo anestesiólogo pediatra como parte del procedimiento transanestésico.

8. Cada dos horas del transanestésico se realizó rastreo ultrasonográfico en zona pulmonar y se observó la frecuencia de sobrecarga hídrica detectada por ultrasonografía por la presencia de líneas B de Kerley, a la par de las horas que fueron evaluadas por método convencional (Holliday-Segar, Exceso-Base por gasometría arterial) **por anestesiólogo pediatra asignado a sala.**
  
9. Se registraron todos los datos al término de evento en hoja de recolección de datos (Anexo 2) por la residente Nancy Ileana Marroquín Paredes y se procederá al análisis estadístico y redacción de los resultados, para su posterior reporte y publicación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Tipo de investigación: Estudio transversal, prospectivo, observacional, unicéntrico.

Búsqueda de causalidad: Descriptivo

Diseño: Observacional

Medición del fenómeno: transversal sin temporalidad

Por la captación de la información: Unicéntrico

Por la direccionalidad del efecto: transversal, prospectivo.

### **Ámbito geográfico y temporal:**

#### Lugar:

Instituto Mexicano Del Seguro Social “Hospital de pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Dr. Silvestre Frenk Freund”, Nivel de atención: tercer nivel. Dirección: Av. Cuauhtémoc 330, Doctores, Cuauhtémoc, 06720 Ciudad de México, CDMX.

#### Periodo de tiempo:

Enero - Febrero 2023.

### **Universo de estudio**

El universo de estudio serán pacientes pediátricos de 3 a 12 años atendidos en el “Hospital de pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI, Dr. Silvestre Frenk Freund” que se someterán a cirugía mayor electiva bajo anestesia general con manejo de líquidos durante el transanestésico.

### **Tamaño de muestra:**

Muestreo a conveniencia. Enrolando a todos los pacientes de manera continua de acuerdo con la numeraria del servicio.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Se realizó estadística descriptiva de las variables. Para aquellas de tipo cuantitativas se sometieron a prueba de normalidad de Shapiro-Wilkinson en caso de que el tamaño de muestra sea menor de 50 o se sometieron a Kolmogorov-Smirnov en caso de que sean más de 51 pacientes. Una vez con el resultado de normalidad se resumieron las variables en sus medidas de tendencia central y dispersión con media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico. Para las variables cuantitativas n y %.

Se hizo una regresión lineal entre los resultados del balance hídrico y la presencia de líneas B de Kerley y se busco si hay correlación entre ambos métodos para evaluar el manejo hídrico transoperatorio.

## ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

Para realizar el presente proyecto de investigación hemos considerado las pautas de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos; así como también la Ley General de Salud en el Título III, Capítulo III artículo 41bis, fracción II y el título Quinto, Capítulo único, Artículo 100 y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud en el título II, Capítulo I, Artículos 13,14,16 y 17.

Se apegará a lo establecido por:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Art. 4.
- Manual de organización del Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Artículo del Consejo de Salubridad General del 23 de diciembre de 1981, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 25 de enero de 1982, que crea las comisiones de investigación y ética en los establecimientos donde se efectúa una investigación Biomédica.
- Decreto presidencial del 8 de junio de 1982 publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de agosto de 1982, que establece la formación de comisiones de Bioseguridad en las instituciones donde se efectúen investigaciones que utilicen radiaciones o trabajo en procedimientos de ingeniería genética.
- LEY GENERAL DE SALUD. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 05-08-2011.
- **Posibles riesgos y molestias:** De acuerdo con lo estipulado en el reglamento en materia de investigación para la salud de la ley general de salud vigente, título segundo de los Aspecto éticos de la investigación en seres humanos capítulo I, y de acuerdo con el artículo 17, se trata de un estudio transversal, prospectivo, observacional, unicéntrico, donde se

realizará ultrasonografía pulmonar durante la cirugía para realizar medición de las líneas B de Kerley, considerado como una intervención a esta medición no invasiva, pero al fin una intervención por lo que de acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este proyecto está considerado como *investigación con riesgo mínimo (fracción II)* ya que la ejecución de esta investigación no supone ninguna intervención adicional a los procesos de atención clínica del paciente habituales, ya que el servicio de anestesiología tiene a su disposición varias herramientas y monitores para implementar una anestesia completa e integral, entre ellos se cuenta con el ultrasonido que es utilizado habitualmente por parte del servicio junto con el balance hídrico convencional (Holiday Segar y Exceso-Base por Gasometría Arterial). El ultrasonido es un Sistema de Ultrasonido CX50 Cart Philips. Compact Xtreme System. Tecnología 2D y Doppler color. Transductores con los que cuenta: transductor C convexo, lineal y palo de golf. Equipo perteneciente al Servicio de Anestesiología, proporcionado por el Instituto Mexicano del Seguro Social N°S SG01900099Y INV: 201900012243, por lo que el médico anestesiólogo a cargo de la sala quirúrgica, lo solicitará a su criterio clínico tomando en cuenta la duración de la cirugía, tipo de cirugía, riesgo de sangrado, manejo hídrico y solamente se recolectará información clínica, sin almacenamiento de datos sensibles o personales.

- Los procedimientos de este estudio se apegan a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud y se llevaran a cabo en plena conformidad con los siguientes principios de la “Declaración de Helsinki” (y sus enmiendas en Tokio, Venecia, Hong Kong y Sudáfrica) Adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial en Helsinki, Finlandia en julio de 1964 y enmendada por la 64ª Asamblea General, en Fortaleza, Brasil de octubre 2013; donde el investigador garantiza que:
  - Se realizó una búsqueda minuciosa de la literatura científica sobre el tema a realizar.
  - Este protocolo será sometido a evaluación y aprobado por los Comités de Investigación y el de Ética.

- Este protocolo será realizado por personas científicas calificadas y bajo la supervisión de un equipo de médicos clínicamente competentes y certificados en su especialidad.
- Se respetarán cabalmente los principios contenidos en el Código de Nuremberg y el Informe Belmont.
- No existe conflicto de interés ya que no existe ninguna participación por empresas de laboratorios de ninguna otra índole.
- No se recabarán datos personales del paciente. Toda la información será resguardada en base de datos confidencial, bajo los más altos estándares de seguridad informática.

**Posibles beneficios que recibió al participar en el estudio:** A nivel individual no se obtuvo ningún beneficio directo para los pacientes. Los resultados del presente estudio podrían contribuir a que se conozca más acerca de la evolución del manejo de líquidos perioperatorio de los pacientes pediátricos sometidos a cirugía mayor electiva.

**Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:** Los resultados se presentaron a los médicos del servicio de Anestesiología Pediátrica para que ellos tomen las medidas necesarias de acuerdo a su juicio clínico en beneficio de los pacientes.

**Privacidad y confidencialidad:** La base de datos se anonimizo después de su captura y validación de la información con el fin de resguardar la información personal de los pacientes y de sus familiares.

Los resultados de la investigación se presentaron sin revelar algún dato que permita reidentificar a alguno de los pacientes y/o familiares. Por ningún motivo se revelarán datos personales a personas ajenas a la investigación.

Los instrumentos de recolección fueron resguardados durante 4 años en el Servicio de Anestesiología Pediátrica por la Dra. Aline Janett Nieto Zúñiga, investigador responsable de este proyecto.

Los resultados de la investigación fueron publicados en una tesis de grado que quedara a resguardo en formato digital por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## **RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD:**

### **- Recursos humanos**

Residentes de anestesiología pediátrica y médicos anesthesiólogos pediatras adscritos al "Hospital de pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI, Dr. Silvestre Frenk Freund"

### **- Recursos materiales**

#### a) Insumos de atención clínica:

1. El desarrollo de esta investigación no requerirá mayores insumos (medicamentos, material de curación y quirúrgico) de los que habitualmente se emplean en los procedimientos ejecutados en este tipo de pacientes.
2. Todos los equipos analizados son parte del equipo anestésico disponible en quirófano.

#### b) Equipos:

1. Equipo de cómputo
2. Ultrasonido: Sistema de Ultrasonido CX50 Cart Philips. Compact Xtreme System. Tecnología 2D y Doppler color. Transductores con los que cuenta: transductor C! convexo, lineal y palo de golf. Equipo perteneciente al Servicio de Anestesiología, proporcionado por el Instituto Mexicano del Seguro Social N<sup>o</sup>S SG01900099Y INV: 201900012243

#### c) Software:

1. Microsoft Office 365

#### d) Miscelánea:

1. Material de papelería como bolígrafos, hojas, lápiz y borrador.

### **RECURSOS FINANCIEROS:**

Todos los recursos se encuentran disponibles en la institución, en este caso el ultrasonido: Sistema de Ultrasonido CX50 Cart Philips. Compact Xtreme System. Tecnología 2D y Doppler color es propio del servicio de Anestesiología Pediátrica, no subrogado disponible para el servicio cuando se requiera, lo referente a papelería será cubierto por el investigador.

### **FACTIBILIDAD:**

Esta investigación es totalmente factible para desarrollarse, ya que en la unidad médica se cuenta con una afluencia adecuada de pacientes con las características definidas para el grupo de estudio. No se requirió inversión monetaria o en especie, salvo algunos gastos de papelería que fueron cubiertos por el grupo de investigadores, y el desarrollo de este protocolo no implica mayor gasto para la institución, ya que fueron los mismos recursos empleados en una atención habitual.

### Magnitud

La población derechohabiente atendida en el “Hospital de pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI, Dr. Silvestre Frenk Freund”

### Trascendencia

El estudio es trascendente, ya que los resultados obtenidos se tradujeron en un beneficio real para la mejora en la calidad en el manejo de líquidos transanestésico y seguridad para el paciente.

### Vulnerabilidad

Como factores de riesgo para la ejecución de esta investigación se tiene principalmente el abasto y disponibilidad de los equipos anestésicos analizados.

## RESULTADOS

Se incluyeron 47 pacientes de los cuales se presentan en la Tabla 1 las características demográficas; en su mayoría fueron del sexo femenino (57.4% vs. 42.6% sexo masculino.)

Tabla 1. Características demográficas

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b><i>Masculino</i></b>	20	42.6 %
<b><i>Femenino</i></b>	27	57.4 %
<b><i>Edad</i></b>	<b><i>Min/Max</i></b> 3/12	<b><i>Media ± D.E</i></b> 7.36 ± 2.54

En cuanto al tipo de cirugías llevadas a cabo en su mayoría se efectuaron de tipo oncológico como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipo de cirugía efectuada.

<b>Cirugía</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b><i>Tumores</i></b>	23	48.9%
<b><i>Pediátrica</i></b>	17	36.2%
<b><i>Ortopedia</i></b>	5	10.6%
<b><i>Trasplante</i></b>	2	4.3%

De acuerdo a nuestro objetivo principal del estudio de conocer la frecuencia de sobrecarga de líquidos en diferentes momentos del evento anestésico se da a conocer a continuación en la Tabla 3. Como resultado principal observamos que ningún paciente presentó sobrecarga hídrica al término de cirugía.

Tabla 3. Frecuencia de la sobrecarga hídrica en 3 tiempos de los pacientes de los pacientes con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva.

Tiempo		Frecuencia	Porcentaje (%)
<b>Basal</b>	Si	3	6.4%
	No	44	93.6%
<b>Transoperatorio</b>	Si	20	42.6 %
	No	27	57.4 %
<b>Final</b>	Si	---	---
	No	47	100%

En la siguiente gráfica mostramos que en más de la mitad de los pacientes, en general, con escaneo ultrasonográfico pulmonar no hubo sobrecarga hídrica durante el transoperatorio.

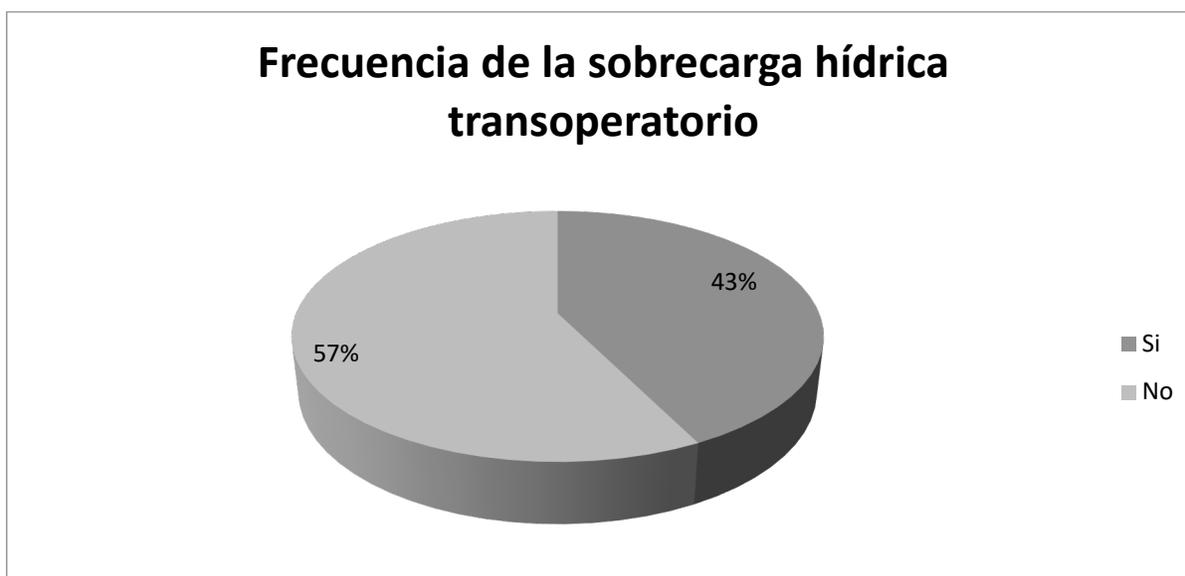


Gráfico 1. Frecuencia de la sobrecarga hídrica en transoperatorio

Dentro de los hallazgos metabólicos por gasometría arterial, basados en el exceso de base, se presentan en 3 tiempos: Basal, Transoperatorio y al Final de la cirugía. En la medición basal se encontró el mayor déficit y decreció en los siguientes

tiempos una vez que el manejo de líquidos fue realizado por los anestesiólogos a cargo.

Tabla 4. Frecuencia de hallazgos metabólicos por gasometría arterial en 3 tiempos.

<b>Tiempo</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Basal</b>	Déficit	44	93.6 %
	Neutro	3	6.4%
	Exceso	---	---
<b>Transoperatorio</b>	Déficit	38	80.9%
	Neutro	7	14.9%
	Exceso	2	4.3 %
<b>Final</b>	Déficit	32	68.1%
	Neutro	14	29.8%
	Exceso	1	2.1%

En cuanto al manejo hídrico por método de Holliday-Segar (estatus de balance-hídrico), se midieron las frecuencias en 2 tiempos: Transoperatorio y al Final de la cirugía. Se puede observar que durante el transoperatorio el 51.1% de los pacientes presentaron un balance hídrico negativo, el 36.2% un balance neutro y el 12.8% un balance positivo. Mientras que en la medición final el 29.8% presentaron un balance negativo, el 59.6% un balance neutro y el 10.6% un balance positivo (Tabla 5). Tabla 5; Frecuencia del manejo hídrico por método de Holliday-Segar en 2 tiempos de los pacientes de los pacientes con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva.

<b>Tiempo</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Transoperatorio</b>	Negativo	24	51.1 %
	Neutro	17	36.2 %
	Positivo	8	12.8 %
<b>Final</b>	Negativo	14	29.8 %
	Neutro	28	59.6 %
	Positivo	5	10.6 %

Gráfico 2; Frecuencia del manejo hídrico por método de Holliday-Segar en el transoperatorio

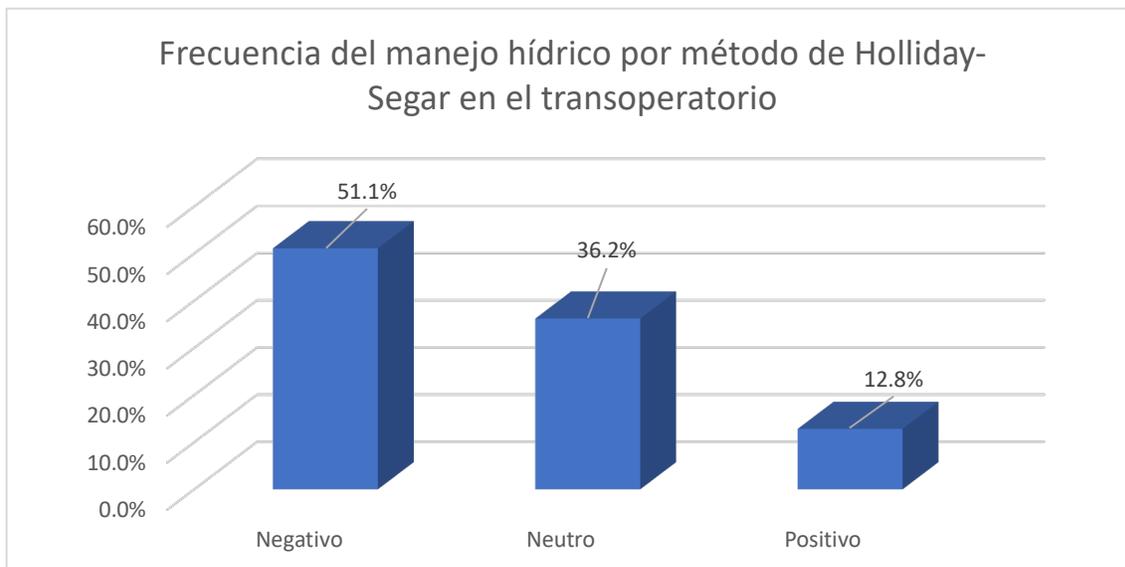
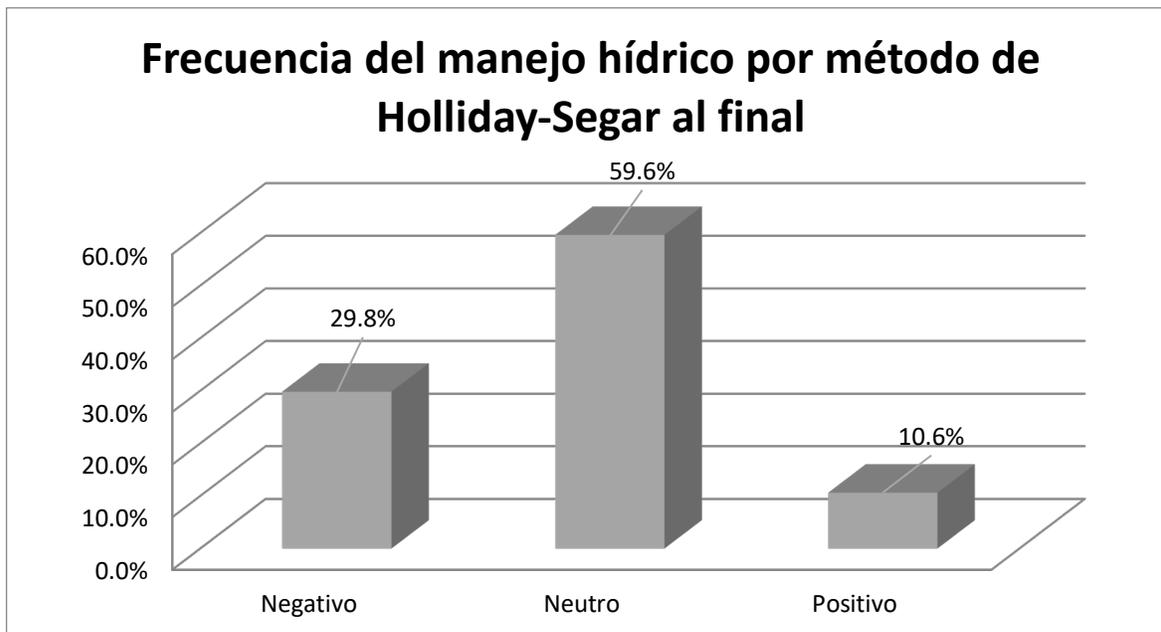


Gráfico 3. Frecuencia del manejo hídrico por método de Holliday-Segar al final de la cirugía



Para la realización de las pruebas de correlación se analizaron las variables cuantitativas para prueba de normalidad con Shapiro-Wilkinson (menos de 50 pacientes), obteniendo que dichas variables presentan una distribución normal y puede aplicarse prueba de Correlación de Pearson. Tabla 6 y 7.

Tabla 6. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk para Estatus de Balance Hídrico en 2 tiempos

<b>Estatus de Balance Hídrico</b>	<b>Estadístico</b>	<b>p*</b>
<i>Transoperatorio</i>	0.958	0.091
<i>Final</i>	0.957	0.085

Tabla 7. Prueba de Normalidad Shapiro-Wilkinson para los hallazgos metabólicos por gasometría arterial

<b>Exceso de Base</b>	<b>Estadístico</b>	<b>p*</b>
<i>Basal</i>	0.983	0.720
<i>Transoperatorio</i>	0.958	0.091
<i>Final</i>	0.972	0.325

A continuación se presentan los resultados del estudio estadístico de correlación de balance hídrico y los hallazgos del escaneo con Ultrasonido Pulmonar.

Tabla 8. Correlación entre Sobrecarga hídrica (presencia Líneas B y hallazgos metabólicos por gasometría arterial (exceso de base) en tiempo basal

<b>Líneas B</b>	<b>Exceso de Base</b>			<b>Correlación de Pearson</b>	
	<b>Negativo</b>	<b>Neutro</b>	<b>Total</b>	<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>p*</b>
SI	3	0	3	0.064	0.667
NO	41	3	44		
Total	44	3	47		

Tabla 9. Correlación entre Sobrecarga hídrica (presencia Líneas B) y hallazgos metabólicos por gasometría arterial (exceso de base) en transoperatorio

<b>Líneas B</b>	<b>Exceso de Base</b>				<b>Correlación de Pearson</b>	
	<b>Negativo</b>	<b>Neutro</b>	<b>Positivo</b>	<b>Total</b>	<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>p*</b>
SI	14	4	2	20	0.121	0.418
NO	10	13	4	27		
Total	24	17	6	47		

Tabla 10. Correlación entre Sobrecarga hídrica (presencia Líneas B) y manejo hídrico por método de Holliday-Segar (Estatus balance hídrico) en transoperatorio

<b>Líneas B</b>	<b>Exceso de Base</b>				<b>Correlación de Pearson</b>	
	<b>Negativo</b>	<b>Neutro</b>	<b>Positivo</b>	<b>Total</b>	<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>p*</b>
SI	19	1	0	20	0.006	0.970
NO	20	6	1	27		
Total	39	7	1	47		

## **DISCUSIÓN**

El uso del ultrasonido pulmonar como herramienta para guiar la terapia líquida en pacientes con enfermedades agudas ha sido bien definido. En general, se ha descubierto como una excelente herramienta para la detección de edema pulmonar. Encontrándose correlación fuerte entre las líneas B y el líquido pulmonar extravascular.

Blum et al menciona que las líneas B también llamadas colas de cometa son los artefactos causados por el reflejo de los haces de USG dentro de los tabiques interlobulillares engrosados justo por debajo de la pleura, las líneas B están separadas 3 mm o menos en caso de sobrecarga cardiogénica o de líquidos, mientras que si se encuentran separadas 7 mm generalmente representan edema pulmonar intersticial.(38)

Assaad et al refiere que el edema pulmonar se reconoce cada vez más como una complicación perioperatoria que afecta el resultado de la cirugía. Convirtiendo al ultrasonido pulmonar como una herramienta valiosa del punto de atención en la evaluación de patologías pulmonares agudas en la sala de operaciones. Mencionando una precisión diagnóstica de 95% de sensibilidad y especificidad, proporcionando una herramienta clínica útil para la evaluación de edema pulmonar, debido a su no invasividad, incluida la ausencia de radiación ionizante.(39)

En este estudio se incluyeron 47 pacientes, de los cuales la mayoría fueron del sexo femenino con edades medias de  $7.36 \pm 2.54$ , sometidos a cirugía de tipo oncológico en mayor porcentaje.

De acuerdo a nuestro objetivo principal el conocer la frecuencia de sobrecarga de líquidos en diferentes momentos del evento anestésico, se encontró que en más de la mitad de los pacientes, con escaneo ultrasonográfico pulmonar no hubo sobrecarga hídrica durante el transoperatorio.

Encontrando que en los hallazgos metabólicos por gasometría arterial basados en el exceso de base, hay mayor déficit en la medición basal la cual decreció una vez que el manejo de líquidos fue realizado por los anestesiólogos a cargo.

En cuanto al manejo hídrico por método de Holliday-Segar, se observó que durante el transoperatorio los pacientes presentaron un balance hídrico negativo. Mientras que en la medición final predominó un balance neutro.

Nair et al nos explica en su artículo de revisión por medio de una pregunta ¿Cuál es la evidencia con respecto a la correlación de las B<sub>2</sub> y la presencia de exceso de líquido extra pulmonar? Encontrando una correlación positiva. La sensibilidad y especificidad de una puntuación de línea B positiva para la detección de líquido pulmonar extravascular asociado a edema pulmonar fue del 90% y 86%, respectivamente. Mencionando que los datos descritos respaldan firmemente la validez de la ecografía pulmonar para detectar el exceso de líquido pulmonar extravascular en diversos entornos clínicos. Siendo clínicamente relevante no como un sustituto, sino como guía para restringir la administración de líquidos cuando se detecta edema pulmonar. (40)

En nuestro estudio las pruebas de correlación analizaron las variables cuantitativas y se aplicó prueba de Correlación de Pearson, donde los resultados del estudio estadístico demostraron que la correlación entre la sobrecarga hídrica y los hallazgos metabólicos por gasometría y manejo hídrico por método de Holliday Segar no tienen correlación significativa entre ellos. Por lo que nuestro estudio demuestra que nuestros métodos convencionales para el manejo de líquidos durante el transanestésico, necesitan de una herramienta que nos ayude a visualizar la presencia de sobrecarga de líquidos durante el transoperatorio, de manera objetiva. Siendo así un manejo dinámico entre los tres métodos los cuales suman relevancia clínica al implementarlos de manera conjunta. Siendo el ultrasonido pulmonar un monitor más para la evaluación de líquidos durante el transoperatorio.

En nuestro estudio, observamos que los pacientes ingresados a quirófano tienen un balance negativo lo que nos indica que la reposición de líquidos previa no está siendo efectiva para las horas de ayuno y expone a los pacientes a una deficiencia de líquidos al entrar a cirugía. Debido a que los pacientes del estudio no presentaron sobrecarga hídrica no hubo correlación con las líneas B por lo que los métodos utilizados para el mantenimiento de líquidos transoperatorio utilizado por el servicio de anestesiología pediátrica han sido adecuados para la reposición transanestésica, considerando que el anestesiólogo de sala observo al rastreo pulmonar la sobrecarga hídrica, se concuerda que el uso de ultrasonografía pulmonar como método de vigilancia durante los procedimientos quirúrgicos permitirá detectar de manera oportuna la sobrecarga hídrica y la implementación de intervenciones que la eviten.

## **CONCLUSIÓN:**

Al describir el monitoreo del manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el transanestésico encontramos que la frecuencia de sobrecarga hídrica se presentó en menos de la mitad de nuestros pacientes, donde solo el 12.8% fue presentada por método de Holliday-Segar quien al final presentó un predominio neutro, mientras que por hallazgos metabólicos basados en el exceso de base detectados en la gasometría arterial medidos en 3 tiempos; encontramos tuvo un predominio hacia el déficit en los tres tiempos, decreciendo una vez que el manejo de líquidos fue corregido por los anesthesiólogos. Al análisis de las variables cuantitativas se encontró que presentaban una distribución normal por lo que se pudo aplicar la prueba de correlación de Pearson, pero debido a que los pacientes del estudio no presentaron sobrecarga hídrica no hubo correlación significativa con las líneas B. ***Por lo que el uso de ultrasonografía pulmonar como método de vigilancia durante los procedimientos quirúrgicos permite detectar oportunamente la sobrecarga hídrica y la implementación de intervenciones que la eviten.***

*Limitaciones del estudio: Horas de cirugía, la administración de hemoderivados y manejo que realizó el anesthesiólogo al momento de observar la aparición de líneas B de Kerly por ultrasonografía pulmonar.*

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

**Título:** Monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría “Dr. Silvestre Frenk Freund”.

**Investigador principal:** Dr. Fausto De La Cruz Benito, Médico Anestesiólogo Pediatra adscrito de el Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI. Matricula: 9932812

**Investigador asociado (alumno):** Dra. Nancy Ileana Marroquín Paredes, Residente de segundo año de Anestesiología Pediátrica en Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI. Matricula: 99058280.

Actividad	Marzo 2022	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Septiembre 2022	Octubre 2022	Noviembre 2022	Diciembre 2022	Enero 2023	Febrero 2023
Revisión de literatura	X	X										
Elaboración del protocolo			X	X								
Presentación al comité local de investigación (SIRELCIS) para su aprobación					X	X	X	X	X	X	X	
Etapa de ejecución												X
Elaboración de base de datos												X
Captura y análisis de datos												X
Elaborar el informe final												X
Presentación de trabajo final												X

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Rai E, Mathew A. Pediatric perioperative fluid management. *Saudi Journal of Anaesthesia*. 2021;15(4):435.
2. Paut O, Lacroix F. Recent developments in the perioperative fluid management for the paediatric patient. *Current Opinion in Anaesthesiology*. 2006 Jun;19(3):268–77.
3. Coté C.J., Todres D.I., Ryan J.F. *Fluids. A Practice of Anesthesia for Infants and Children*; 1993 W.B. Saunders Company. Second Ed., Tomo I.
4. Arya V. Basics of fluid and blood transfusion therapy in paediatric surgical patients. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2012;56(5):454.
5. Ripollés-Melchor J, Chappell D, Aya HD, Espinosa Á, Mhyten MG, Abad-Gurumeta A, et al. Recomendaciones de fluidoterapia perioperatoria para la cirugía abdominal mayor. Revisión de las recomendaciones de la Vía RICA. Parte II: Terapia hemodinámica guiada por objetivos. Fundamento para la optimización del volumen intravascular. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. 2017 Jun;64(6):339–47.
6. Bailey AG, McNaull PP, Jooste E, Tuchman JB. Perioperative Crystalloid and Colloid Fluid Management in Children: Where Are We and How Did We Get Here? *Anesthesia & Analgesia*. 2010 Feb;110(2):375–90.
7. Ortega-García JP, López Ramírez. Manejo de líquidos en el perioperatorio: Principios generales. *Revista mexicana de anestesiología*. 2019 Dic;42(4):285-291

8. Malbrain, M.L.N.G., Langer, T., Annane, D. *et al.* Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Annals of Intensive Care*. 2020 May;10(1):64
9. Dey S, Bhattacharjee A, Pradhan D, Bhattacharyya P, Chhunthang D, Handique A, et al. How useful is extravascular lung water measurement in managing lung injury in intensive care unit? *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 2017;21. Jun 15;21(8):494–9.
10. Jozwiak M, Teboul J-L, Monnet X. Extravascular lung water in critical care: recent advances and clinical applications. *Annals of Intensive Care* [Internet]. 2015 Dec 1;5(1):38.
11. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the fluid administration limited by lung sonography protocol). *Journal of Critical Care*. 2012 Oct;27(5):533.e11–9.
12. Sander M, Schneck E, Habicher M. Management of perioperative volume therapy - monitoring and pitfalls. *Korean Journal of Anesthesiology* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2022 Jun 15];73(2):103–13.
13. Rusu D-M, Siriopol I, Grigoras I, Blaj M, Ciumanghel A-I, Siriopol D, et al. Lung Ultrasound Guided Fluid Management Protocol for the Critically Ill Patient: study protocol for a multi-centre randomized controlled trial. *Trials*. 2019 Apr 25;20(1).
14. Heldeweg MLA, Jagesar AR, Haaksma ME, Smit JM, Paulus F, Schultz MJ, et al. Effects of Lung Ultrasonography-Guided Management on Cumulative Fluid Balance and Other Clinical Outcomes: A Systematic Review. *Ultrasound in Medicine & Biology* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2022 Jun 15];47(5):1163–71.

15. Singh S, Kushner WG, Lighthall G. Perioperative Intravascular Fluid Assessment and Monitoring: A Narrative Review of Established and Emerging Techniques. *Anesthesiology Research and Practice*. 2011; 2011:1–11.
16. Mentel A, Bach F, Schüler J, Herrmann W, Koster A, Crystal GJ, et al. Assessing Errors in the Determination of Base Excess. *Anesthesia & Analgesia*. 2002 May;94(5):1141–8.
17. Quintard H, Hubert S, Ichai C. [What is the contribution of Stewart's concept in acid-base disorders analysis?]. *Annales Francaises D'anesthesie Et De Reanimation [Internet]*. 2007 May 1 [cited 2022 Jun 15];26(5):423–33.
18. Kilic O, Gultekin Y, Yazici S. The Impact of Intravenous Fluid Therapy on Acid-Base Status of Critically Ill Adults: A Stewart Approach-Based Perspective. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*. 2020 Sep;Volume 13:219–30.
19. Green DW. Comparison of cardiac outputs during major surgery using the Deltex CardioQ oesophageal Doppler monitor and the Novamatrix-Respironics NICO: A prospective observational study. *International Journal of Surgery*. 2007 Jun;5(3):176–82.
20. De Figueiredo LFP, Cruz RJ, Silva E, Rocha E Silva M. Cardiac output determination during experimental hemorrhage and resuscitation using a transesophageal Doppler monitor. *Artificial Organs [Internet]*. 2004 Apr 1 [cited 2022 Jun 16];28(4):338–42.
21. Naji A, Chappidi M, Ahmed A, Monga A, Sanders J. Perioperative Point-of-Care Ultrasound Use by Anesthesiologists. *Cureus*. 2021 May 24;

22. Garduño-López J, García-Cruz E, Baranda-Tovar FM. Protocolo ultrasonográfico enfocado en cirugía cardíaca posquirúrgica CCROSS (Cardiac, Cerebral, Renal, Optic nerve, lung ultraSound Study). Archivos de Cardiología de México. 2019 Nov 22;89(2).
23. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. Annals of Intensive Care. 2014;4(1):1.
24. Mok D, Schwarz SKW, Rondi K. Point-of-care ultrasonography in Canadian anesthesiology residency programs: a national survey of program directors. Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien D'anesthésie [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2022 Jun 15];64(10):1023–36.
25. Russell FM, Ferre R, Ehrman RR, Noble V, Gargani L, Collins SP, et al. What are the minimum requirements to establish proficiency in lung ultrasound training for quantifying B-lines? ESC heart failure [Internet]. 2020 Oct 1 [cited 2022 Jun 15];7(5):2941–7.
26. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. Medicina Intensiva [Internet]. 2010 Dec;34(9):620–8.
27. Bhoil R, Ahluwalia A, Chopra R, Surya M, Bhoil S. Signs and lines in lung ultrasound. Journal of Ultrasonography. 2021 Aug 16;21(86): e225–33.
28. Piotrkowski J, Buda N, Januszko-Giergielewicz B, Kosiak W. Use of bedside ultrasound to assess fluid status: a literature review. *Polish Archives of Internal Medicine*. 2019; Sep;129(10): 692-699.

29. Allinovi M, Saleem M, Romagnani P, Nazerian P, Hayes W. Lung ultrasound: a novel technique for detecting fluid overload in children on dialysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2016 Apr 6;32(32): gfw037.
30. Picano E, Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion. *European Heart Journal*. 2016 May 12;37(27):2097–104.
31. Soliman-Aboumarie H, Miglioranza MH. The Sound of Silence. *JACC: Case Reports*. 2020 Aug;2(10):1550–2.
32. Wang Y, Shen Z, Lu X, Zhen Y, Li H. Sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of acute pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. *Medical Ultrasonography*. 2018 Feb 4;1(1):32.
33. Mhanna M, Beran A, Nazir S, Sajdeya O, Srouf O, Ayesh H, et al. Lung ultrasound–guided management to reduce hospitalization in chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Heart Failure Reviews*. 2022 May;27(3):821-826
34. Sansone F, Attanasi M, Di Filippo P, Sferrazza Papa GF, Di Pillo S, Chiarelli F. Usefulness of Lung Ultrasound in Paediatric Respiratory Diseases. *Diagnostics* [Internet]. 2021 Sep 28 [cited 2022 Jun 15];11(10):1783.
35. Haroon-Mowahed Y, Cheen Ng S, Barnett S, West S. Ultrasound in paediatric anaesthesia – A comprehensive review. *Ultrasound*. 2020 Jul 23;29(2):112–22.
36. Coley BD. Chest Sonography in Children: Current Indications, Techniques, and Imaging Findings. *Radiologic Clinics of North America*. 2011 Sep;49(5):825–46.

37. Conlon TW, Lin EE, Bruins BB, Manrique Espinel AM, Muhly WT, Elliott E, et al. Getting to know a familiar face: Current and emerging focused ultrasound applications for the perioperative setting. *Paediatric Anaesthesia* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2022 Jun 15];29(7):672–81.
38. Blum M, Ferrada P. Ultrasound and Other Innovations for Fluid Management in the ICU. *Surg Clin North Am*. 2017 Dec;97(6):1323-1337.
39. Assaad S, Kratzert WB, Shelley B, Friedman MB, Perrino A Jr. Assessment of Pulmonary Edema: Principles and Practice. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018 Apr;32(2):901-914.
40. Nair S, Sauthoff H. Assessing Extravascular Lung Water With Ultrasound: A Tool to Individualize Fluid Management? *J Intensive Care Med*. 2020 Nov;35(11):1356-1362.

## HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**Título:** Monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund".

**Investigador principal:** Dr. Fausto De La Cruz Benito, Médico Anestesiólogo Pediatra adscrito de el Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI. Matricula: 9932812

**Investigador asociado (alumno):** Dra. Nancy Ileana Marroquín Paredes, Residente de segundo año de Anestesiología Pediátrica en Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI. Matricula: 99058280.

**Instrucciones de llenado:** Completar la hoja según los datos solicitados (palomear o escribir valores correspondientes) y concluido el formulario retornar al investigador.

**Fecha:**

**Folio:**

**Sexo:**

**Edad:**

**ASA:**

**Tipo de cirugía:**

### PARÁMETROS BASALES

**Rastreo pulmonar (Líneas B)**

Presente

Ausente

**Gasometría arterial (Exceso-Base)**

Exceso

Neutro

Déficit




Valor:

### PARÁMETROS DURANTE EL TRANSANESTÉSICO CADA 2 HORAS.

**Rastreo pulmonar (Líneas B)**

Presente

Ausente

**Estatus de Balance hídrico**

Positivo

Neutro

Negativo

Valor:

**Gasometría arterial (Exceso-Base)**

Exceso

Neutro

Déficit

Valor:

Presente

Ausente

Positivo

Neutro

Negativo

Valor:

Exceso

Neutro

Déficit

Valor:

Presente

Ausente

Positivo

Neutro

Negativo

Valor:

Exceso

Neutro

Déficit

Valor:

Presente

Ausente

Positivo

Neutro

Negativo

Valor:

Exceso

Neutro

Déficit

Valor:

## PARÁMETROS FINALES

### Rastreo pulmonar (Líneas b)

Presente

Ausente

### Estatus de Balance hídrico

Positivo

Neutro

Negativo

Valor:

### Gasometría arterial (Exceso-Base)

Exceso

Neutro

Déficit

Valor:

**Balance Hídrico en hoja de enfermería:**

**Horas de cirugía:**

**Transfusión de hemoderivados:**

Si

No

Concentrado eritrocitario:

Plasma Fresco congelado:

Concentrados Plaquetarios:

Crioprecipitados:

**Mililitros totales:**

**Cristaloides:**

Si

No

Solución Hartman:

Solución Na Cl 0.9%:

**Mililitros totales:**

**Coloides:**

Si

No

Albumina 5%:

**Mililitros totales:**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLÍTICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**  
**Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación  
(padres o representantes legales de niños o personas con discapacidad)**

Nombre del estudio:	Monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund".
Número de registro institucional:	
Estimado(a) Señor/Señora: Usted y su hijo (a) han sido invitados a participar en el presente proyecto de investigación, el cual es desarrollado por el IMSS. El estudio se realizará en el Área de quirófano del Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional Siglo XXI. Si Usted decide participar y que su hijo(a) participe también en el estudio, es importante que considere la siguiente información. Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro. El propósito del presente estudio es conocer la frecuencia de exceso de líquidos en los pulmones en niños de 3 a 12 años que se les da anestesia general durante su cirugía. Les pedimos participar en este estudio porque forman parte de el grupo de pacientes que puede participar en el estudio.	
Procedimientos:	Es una medición que se realiza con un aparato sobre la piel del pecho del paciente para ver en una pantalla la imagen del pulmón y poder evaluar la cantidad de líquido que se pasa por la vena.
Posibles riesgos y molestias:	En este estudio no se realizará ningún proceso extra a los de la atención clínica habitual; vamos a realizar una medición de una imagen que se realiza con un aparato sobre la piel que no causa dolor. Solamente se reunirá información clínica, sin guardar datos personales. Usted y su hijo(a) no recibirán ningún pago por participar en el estudio, y tampoco implicará algún costo para ustedes.
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Controlar la cantidad de líquidos que se pasan por la vena mediante la observación de una imagen del pulmón.
Participación o retiro:	Si Usted y su hijo(a) deciden participar en este estudio, será absolutamente de forma voluntaria. Si Usted y su hijo(a) deciden dejar de participar en este estudio, basta con comentarlo verbalmente en cualquier momento a los responsables del proyecto. Su decisión de participar o no en el estudio no implicará ningún tipo de consecuencia o afectará de ninguna manera en la atención médica de su hijo en el IMSS.
Privacidad y confidencialidad:	Toda la información que Usted nos proporcione para el estudio será confidencial y será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto para este estudio. Usted y su hijo(a) quedarán identificados(as) con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser reconocido (a).

Después de haber leído y habiéndoseme explicado todas mis dudas acerca de este estudio:

No acepto que mi familiar o representado participe en el estudio.

Si acepto que mi familiar o representado se realice el monitoreo.

**En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:**

Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese con los Investigadores Responsables: Dr. Fausto De La Cruz Benito. Médico Anestesiólogo adscrito a la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital De Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI Tel. 56276900 ext. 22306

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comité Local de Ética de Investigación en Salud del CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, correo electrónico: [eticainvest.hpcmnssxi@gmail.com](mailto:eticainvest.hpcmnssxi@gmail.com).

Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato, está de acuerdo en participar en este estudio, de manera total o parcial, y también está de acuerdo en permitir que su información de salud sea usada como se describió antes, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en este estudio.

Nombre y firma de ambos padres o tutores o representante legal

Testigo 1

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 2

Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.

Clave: 2810-009-014



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLITICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

**Carta de asentimiento en menores de edad (7 a 17 años)**

**Nombre del estudio:** Monitoreo de manejo de líquidos con ultrasonografía pulmonar en pacientes de 3 a 12 años con anestesia general sometidos a cirugía mayor electiva en el hospital de pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund".

**Numero de registro institucional:**

**Objetivo del estudio y procedimientos:** Queremos saber la cantidad de líquidos que se pasan por la vena por medio de una imagen en una pantalla de tu pulmón en el momento en el que te dormimos para que te operen. Te colocaremos un aparato sobre la piel de tu pecho para ver el pulmón durante la operación y ver que cantidad de líquidos existen de los que se pasan por la vena.

Hola, mi nombre es  Nancy I. Marroquín Paredes  y trabajo en el Instituto Mexicano del Seguro Social. El estudio para conocer acerca de la cantidad de líquidos durante la cirugía por parte de los anesthesiólogos pediatras y queremos pedirte que nos apoyes.

**Tu participación en el estudio consistiría en:** formar parte de los niños en quienes vamos a medir los líquidos en sus pulmones medio de un instrumento el cual no duele ni molesta.

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que, si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder a alguna pregunta en particular, tampoco habrá problema.

Esta información será confidencial, no diremos a nadie tus respuestas o resultados sin que tú lo autorices, solo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio.

Si aceptas participar, por favor pon una (x) en el cuadrito de abajo que dice "Sí quiero participar" y escribe tu nombre. Si **no** quieres participar, déjalo en blanco.

Si quiero participar

Nombre:

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento:

Fecha:

\_\_ / \_\_ / 2023

2/2

**Clave: 2810-009-014**