



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina  
División de Estudios de Posgrado



Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Pediatría  
Centro Médico Nacional de Occidente

**EVALUACIÓN DE LA CONGESTIÓN VENOSA POR ULTRASONIDO MEDIANTE PROTOCOLO VEXUS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS POSTQUIRÚRGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA CON CORRECCIÓN BIVENTRICULAR EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL**

Tesis para obtener el título de la especialidad en:

**Medicina crítica pediátrica**

PRESENTA:

**Dra. Ana Herlinda Suárez Pérez**

DIRECTOR DE TESIS:

**Dr. Marco Emmanuel Jiménez Texcalpa**

Médico de alta especialidad en medicina del enfermo pediátrico cardiovascular en estado crítico.  
Adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica de la UMAE, Hospital de Pediatría, CMNO.

Guadalajara, Jalisco, febrero 2023.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **IDENTIFICACION DE AUTORES**

### ***TESISTA:***

Dra. Ana Herlinda Suárez Pérez

Residente de la especialidad medicina del enfermo pediátrico en estado crítico.

UMAE, Hospital de Pediatría, CMNO.

Av. Belisario Domínguez # 735, Colonia Independencia.CP: 44340, Guadalajara, Jalisco.

Matrícula: 991442848

Teléfono: 3315697639

Correo electrónico: [ana-any54@hotmail.com](mailto:ana-any54@hotmail.com)

### ***DIRECTOR DE TESIS:***

Dr. Marco Emmanuel Jiménez Texcalpa

Médico de alta especialidad en Medicina del Enfermo Pediátrico Cardiovascular en Estado Crítico.

Adscrito a la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica de la UMAE, Hospital de Pediatría, CMNO

Av. Belisario Domínguez #735, Colonia Independencia.CP: 44340, Guadalajara, Jalisco.

Matrícula: 991425792

Teléfono: 33 31 06 35 21

Correo electrónico: [marco.texcalpa@gmail.com](mailto:marco.texcalpa@gmail.com)

### ***ASESOR METODOLÓGICO:***

Dr. José Alberto Tlacuilo Parra

Médico internista - Reumatólogo.

Jefe de la División de Investigación en Salud de la UMAE HP CMNO Matrícula: 99140777

Teléfono: 3668 3000 ext. 31664

Correo electrónico: [jose.tlacuilo@imss.gob.mx](mailto:jose.tlacuilo@imss.gob.mx)

## ÍNDICE:

ABREVIATURAS .....	4
RESUMEN.....	5
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES.....	9
<b>Sobrecarga hídrica en pacientes críticos</b> .....	10
<b>Pruebas de respuesta a volumen</b> .....	12
<b>Protocolo VExUS</b> .....	21
JUSTIFICACIÓN .....	24
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	25
OBJETIVOS .....	26
HIPÓTESIS .....	26
MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
<b>A.- Tipo y diseño: Retrospectivo.</b> .....	27
<b>B.- Universo y lugar de trabajo:</b> .....	27
<b>C.- Temporalidad:</b> .....	27
<b>D.- Muestreo:</b> .....	27
<b>E.- Criterios de selección</b> .....	27
<b>F.- Definición de variables</b> .....	28
<b>G.- Operacionalización de variables</b> .....	34
<b>H.- Desarrollo del trabajo</b> .....	39
<b>I.- Análisis estadístico</b> .....	40
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	41
RECURSOS HUMANOS, FINANCIEROS Y TECNOLÓGICOS.....	43
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	44
RESULTADOS.....	45
DISCUSIÓN .....	54
CONCLUSIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS:.....	64
<b>Anexo 1. Hoja de recolección de datos</b> .....	64
<b>Anexo 2.- Carta de dispensa de consentimiento</b> .....	66
<b>Anexo 3.- Carta de confidencialidad.</b> .....	68

## ABREVIATURAS

POCUS: Point Of Care UltraSound (ecografía en el punto de atención)

VCI: Vena cava inferior.

FAST: Focused Abdominal Sonography for Trauma (ecografía abdominal focalizada para trauma abdominal)

EVLW: Agua pulmonar extravascular.

PVC: Presión venosa central.

PTDVI: Presión telediastólica ventricular izquierda.

$\Delta$  Up: Presión arterial sistólica máxima durante la inspiración menos presión arterial sistólica durante la apnea.

$\Delta$  Down: Presión arterial sistólica durante la apnea menos presión arterial sistólica mínima durante la espiración.

SP máx: Presión sistólica máxima durante la inspiración.

SP mín: Presión arterial sistólica mínima durante la espiración.

PP máx: Presión de pulso máxima.

PP mín: Presión de pulso mínima.

SPV ó VPS: Variabilidad de la presión sistólica.

PPV ó VPP: Variabilidad de la presión de pulso.

ETCO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono exhalado.

VTI: Integral velocidad tiempo.

VCO<sub>2</sub>: Producción metabólica del CO<sub>2</sub>

$\Delta$ V pico: Variabilidad de flujo pico.

V pico máx: Flujo pico máximo.

V pico mín: Flujo pico mínimo.

VExUS: Evaluación de la congestión venosa por ultrasonido.

S: Sistólica.

D: Diastólica.

## RESUMEN

**Título:** Evaluación de la congestión venosa por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel.

**Introducción:** La ultrasonografía es un examen rápido, sencillo, accesible, indoloro, con buena resolución y no invasivo, que ha sido considerado una herramienta diagnóstica de gran utilidad; con la implementación de la ultrasonografía POCUS (por sus siglas en inglés) a la cama del paciente se ha logrado proveer respuestas rápidas y en tiempo real a los problemas clínicos de los pacientes, volviéndose incluso parte del examen físico en pacientes pediátricos críticamente enfermos, así como una útil herramienta de la evaluación hemodinámica en las unidades de cuidados intensivos pediátricos. Dentro de la monitorización hemodinámica de estos pacientes se ha destacado la importancia de evaluar y guiar la terapia hídrica, ya que la reanimación con líquidos constituye una de las prácticas más comunes en los pacientes críticos para incrementar el estado de volumen y secundariamente el gasto cardíaco, sin embargo, sólo el 50% de pacientes responden adecuadamente a esta intervención, denominándolos “respondedores a líquidos”. Por tal motivo se han estudiado múltiples parámetros predictores de respuesta a líquidos como la presión venosa central, presión de oclusión de la arteria pulmonar, ultrasonografía de la vena cava inferior, variabilidad de la presión de pulso, variabilidad de presión sistólica, índices derivados de la pletismografía, elevación pasiva de piernas, test de oclusión telespiratoria, fluid challenge, minifluid challenge, y la variación respiratoria de la velocidad de flujo pico aórtico con el objetivo de predecir si la administración de volumen intravenoso producirá un incremento en el gasto cardíaco y de esta forma evitar efectos deletéreos de la reanimación hídrica, principalmente la sobrecarga hídrica, ya que esta se ha asociado a incremento de la mortalidad hospitalaria y complicaciones multiorgánicas; motivo por el cual se ha desarrollado el protocolo VExUS, que es un método ultrasonográfico para evaluar los datos de congestión venosa a la cabecera del paciente, con el análisis de la

morfología de las ondas venosas que sugieran que se ha alcanzado el límite de capacitancia venosa. Dicha evaluación se centra en la valoración de la vena cava inferior, suprahepática, porta y renal, en búsqueda de patrones anormales en la morfología de ondas Doppler, en el contexto de congestión. Las bases fisiopatológicas de este protocolo se rigen en el análisis de onda de la PVC y de los lechos vasculares del compartimiento venoso como reflejo de lo que ocurre en el compartimiento central, del desacoplamiento venoventricular y del aumento del exceso venoso.

**Objetivos:** El objetivo general de esta investigación es evaluar la congestión venosa por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel. Con objetivos específicos que son: determinar la presencia y el grado de congestión venosa mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca en las primeras 24 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica. Determinar la presencia y el grado de congestión venosa mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca a las 48 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica. Determinar el impacto de la congestión venosa evaluada por VExUS en días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI, función ventricular derecha e izquierda y mortalidad en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular.

**Material y métodos:** Se realizó un estudio, retrospectivo de expedientes de pacientes mayores de 1 mes y menores de 18 años, ingresados a la terapia intensiva pediátrica de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO en estado postquirúrgico de cirugía cardíaca con corrección biventricular durante el periodo de enero 2022 a diciembre de 2022. Los criterios de inclusión fueron: expedientes de pacientes mayores de 1 mes y menores de 18 años ingresados a la terapia intensiva pediátrica de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO en estado postquirúrgico de cirugía cardíaca, se excluyeron expedientes de pacientes mayores de 18 años,

menores de 1 mes, con datos incompletos para la recolección de datos al ingreso a la terapia intensiva. Se realizó mediante equipo ultrasonográfico marca Philips Envisor y Esaote, con el cual se cuenta en la unidad, se realizó revisión de expedientes de pacientes que cumplan los criterios de inclusión, recolectando las variables a analizar, derivadas de procedimientos realizados de forma rutinaria y previamente a pie de cama en los pacientes, como la exploración correspondiente al protocolo VExUS, es decir, la medición de flujos venosos mediante modalidades 2D, Doppler color y Doppler pulsado evaluando la vena cava inferior con un transductor lineal de 5 MHz en el área subxifoidea para medir su diámetro, en los que éste fue mayor de 20 mm o su índice de distensibilidad  $>18\%$  se continuó con la medición de resto de flujos, en los casos en donde se encontró menor a estos valores, se consideró como ausencia de congestión, con una graduación de 0 y se detuvo la medición en ese momento. El siguiente flujo valorado fue el de la vena suprahepática, con el mismo transductor o con transductor convexo para paciente con mayor espesor de pared, en modo abdominal, usando el Doppler color, se ubicó el flujo, una vez localizado se observó su morfología usando el Doppler pulsado y se identificaron las ondas sistólica y diastólica y se determinó el grado de alteración. El flujo de la vena porta se valoró con el mismo transductor, se ubicó el flujo con el Doppler color y se midió con el Doppler pulsado además de determinarse el índice de pulsatilidad para graduar la alteración. Y por último en las mediciones se analizó el flujo venoso intrarrenal, con un transductor convexo en modo abdominal, se localizaron los vasos interlobares por medio del Doppler color. Una vez ubicado el flujo vascular, se midió su velocidad con Doppler pulsado y se graduó la alteración. Una vez realizadas estas 4 mediciones ultrasonográficas se determinó el grado de congestión venosa de acuerdo con el protocolo VExUs estratificándose en 4 categorías, de 0-3 según correspondió: VExUS 0 para aquellos flujos sin alteración, VExUs1 para aquéllos en los que el único flujo alterado corresponde a la VCI, VExUS 2 para los que presentaron al menos un flujo moderadamente afectado y VExUS 3, para los que contaban con al menos un flujo severamente afectado. Los cuales se registraron en la base de datos de los ultrasonidos previamente descritos, que fueron analizados por los investigadores, registrando los datos ahí



almacenados en la hoja de recolección de datos, junto con el resto de información completando registro de variables de estudio derivados de registro en los expedientes clínicos; se procedió al análisis de estos en busca de las variables que se requirieron para el estudio.

Se realizó la recolección de información de variables de estudio mediante una base de datos en el programa de Excel. Utilizamos el programa estadístico SPSS versión 21.0 para realizar el análisis estadístico de las variables; para la estadística descriptiva se calcularon como medida de tendencia central la media o mediana, en función de la curva de distribución de los datos, para lo cual se emplearon las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, mientras que para el análisis de la dispersión de los datos se emplearon la desviación estándar o bien los rangos intercuantiles, dependiendo de la distribución de los datos. Para la estadística inferencial, se empleó la prueba de Wilcoxon para comparar las variables cuantitativas obtenidas de la medición basal con las 48 horas posteriores al procedimiento, mientras que las variables cualitativas fueron comparadas mediante las pruebas de Chi cuadrada o exacta de Fisher, según correspondió. Se realizó prueba de correlación de Pearson entre el grado de congestión venosa y los días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI, y la función ventricular derecha e izquierda. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa, cuando el valor de  $p$  obtenido fue  $\leq 0.05$ .

**Conclusiones:** El 80% de los pacientes de nuestra muestra fueron mujeres, con una mediana de edad de 25 meses, y peso de 9 kg. El 75% tenían una comunicación interventricular aislada y 25% comunicación interventricular más comunicación auricular. El grado de congestión venosa leve se presentó en el 60% de los pacientes, moderada en el 15% y severa en el 10% en las primeras 24 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica. La determinación de congestión venosa a las 48 horas, resultó sin cambios significativos respecto a la medición inicial. La mortalidad fue del 10%, con una asociación estadísticamente significativa con el grado de congestión venosa moderada y severa durante las primeras 24 horas del postquirúrgico. Los días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI y la función ventricular tanto derecha como izquierda no mostraron asociación significativa con el grado de congestión venosa.

## MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

La ultrasonografía es un examen rápido, sencillo, accesible, indoloro, con buena resolución y no invasivo, que ha sido considerado una herramienta diagnóstica de gran utilidad, por lo que desde hace menos de dos décadas existe el interés por parte de los profesionales de la salud de aumentar y desarrollar su uso, especialmente de forma reciente en la población pediátrica debido a su principal ventaja con respecto a otras técnicas de imagen: ser libre de radiación ionizante. Desde el 2011 se ha encontrado un aumento en el uso y acceso a la ultrasonografía en los servicios de urgencias pediátricas, así como la inclusión en los programas de subespecialidades, encontrándose el equipo hasta en el 91% de estos servicios y su uso hasta en el 84%, a diferencia de años previos, como en 2006, que se encontraban en 37% y 57% respectivamente. (1)

La implementación de la ultrasonografía POCUS (por sus siglas en inglés) a la cama del paciente provee respuestas rápidas y en tiempo real a los problemas clínicos de los pacientes, volviéndose incluso parte del examen físico en pacientes pediátricos críticamente enfermos, los cuales enfrentan problemas urgentes que requieren evaluaciones rápidas. (2)

Con esta técnica, las imágenes pueden ser obtenidas inmediatamente por el clínico y correlacionarse con los signos y síntomas del paciente, es además fácilmente repetible para evaluar la respuesta a las intervenciones. La premisa de este tipo de evaluación ultrasonográfica es responder preguntas a cuestiones clínicas específicas. (3)

El campo de aplicación del POCUS involucra múltiples ámbitos, como emergencias cardiacas, pulmonares, evaluación rápida del estado de volumen mediante colapsabilidad y distensibilidad de la VCI, medición del diámetro de la vaina del nervio óptico, ultrasonido transcraneal, diafragmático, de vía aérea, FAST abdominal, reanimación cardiopulmonar, guía en colocación de catéteres, etc. (2) (3) logrando así un complemento imagenológico a la exploración física, realizado en

minutos y sin necesidad de traslados, lo cual representa una gran dificultad en pacientes críticos.

El interés por estas técnicas ha incrementado durante los últimos años, convirtiéndose en una herramienta útil de la evaluación hemodinámica en las unidades de cuidados intensivos pediátricos. Uno de los objetivos fundamentales en el enfoque inicial del paciente crítico es la valoración y la manipulación del sistema cardiovascular para asegurar un adecuado aporte tisular de oxígeno y sustratos metabólicos esenciales, por lo que la monitorización de parámetros fisiológicos resulta imprescindible para lograr una terapia hídrica y un soporte vasopresor e inotrópico racional y dirigido a metas terapéuticas tempranas. La hipovolemia es muy frecuente en pacientes en estado de choque o de falla circulatoria aguda y los líquidos por vía intravenosa son generalmente la primera intervención en la reanimación inicial. (4)

### ***Sobrecarga hídrica en pacientes críticos***

Se ha encontrado evidencia que sugiere que la acumulación hídrica posterior a la fase de reanimación inicial se asocia a efectos adversos multiorgánicos (5) (6) (7) (8) con repercusión importante incluso en la mortalidad hospitalaria (9) asociándose a un incremento del 6% de probabilidad de muerte, por cada 1% de incremento en el porcentaje de sobrecarga hídrica (10).

Dentro de las principales complicaciones multiorgánicas se encuentran: edema pulmonar, derrame pleural, edema intersticial, alteraciones en la difusión de gases, coagulopatía, anemia dilucional, desequilibrios electrolíticos, ascitis, hipertensión abdominal, malabsorción, íleo, congestión hepática, lesión renal, edema cerebral, hipertensión intracraneal, disfunción cardíaca, edema periférico, alteraciones metabólicas, etc. (11) asociándose a peores resultados como mayor tasa de ventilación mecánica, cuya duración tiene correlación directa con la cual se ha producido la acumulación de líquido, y mayor tasa de mortalidad, principalmente. (12)

Tanto la cantidad, como el tiempo en el que se produce la sobrecarga hídrica se han asociado a una mayor morbimortalidad. Hasta el momento no hay consenso sobre el método óptimo para calcular el grado de sobrecarga hídrica en pacientes pediátricos, sin embargo, la fórmula más utilizada es la siguiente: (13) (14)

$\%SH = (\text{ingresos diarios de líquidos en litros} - \text{egresos totales de líquidos en litros}) / \text{peso basal} * 100$ . El porcentaje identificado como clínicamente significativo es aquella sobrecarga superior a 10%, asociándose a peores resultados clínicos. (15) (16) (17).

Un grupo de pacientes pediátricos de interés particular es el comprendido por los portadores de cardiopatías congénitas, principalmente en estado postquirúrgico ya que son sometidos a derivación cardiopulmonar total, la cual por sí misma resulta en hemodilución e incremento de la liberación de mediadores proinflamatorios, así como activación de factores de transcripción como factor nuclear  $\kappa B$  en las células de la pared celular vascular, e incremento en la regulación de moléculas de adhesión en leucocitos, plaquetas y células endoteliales promoviendo la extravasación y fuga capilar,(18) por lo que estos pacientes requirieren múltiples modalidades de ultrafiltración como la ultrafiltración prebomba, ultrafiltración balance cero, ultrafiltración convencional y ultrafiltración modificada, con el objetivo de remover el exceso de líquido acumulado durante la derivación y lograr hemoconcentración. (19)

La sobrecarga hídrica es una situación de alarma en todos los pacientes críticos, sin embargo, de particular preocupación en los pacientes anteriormente descritos, cuya etiología es multifactorial, ya que además de la situación fisiopatológica previamente mencionada a la que se enfrentan posterior a la derivación cardiopulmonar, estos pacientes se enfrentan a resucitación con líquidos y hemoderivados en el periodo postoperatorio inmediato, además de cursar comúnmente con disfunción miocárdica y lesión renal aguda que contribuyen a la sobrecarga, presentando así peores resultados incluyendo morbimortalidad. (20)

### ***Pruebas de respuesta a volumen***

La reanimación hídrica constituye una de las prácticas comunes en los pacientes críticos para incrementar el estado de volumen y secundariamente el gasto cardiaco, sin embargo, sólo el 50% de pacientes responden adecuadamente a esta intervención, denominándolos “respondedores a líquidos” (aquéllos en los que se presenta un incremento del gasto cardiaco proporcional al incremento del volumen circulante, tradicionalmente mayor al 10%), por lo que el uso racional de esta terapia es imprescindible. (21)

La precarga es uno de los determinantes del gasto cardiaco definiéndose como la longitud de la miofibrilla en reposo inmediatamente antes de la contracción ventricular, representada por el volumen diastólico que en condiciones normales genera la fuerza que aumenta la longitud de la fibra antes de la contracción, llamado también estrés diastólico. El aumento de la precarga incrementa el gasto cardiaco hasta cierto límite determinado por la curva de Frank-Starling. (22)

Según la ley de Frank-Starling existe una relación positiva entre la precarga y el volumen sistólico, cuanto mayor es la precarga ventricular y así el grado de estiramiento de sus fibras miocárdicas mayor es el volumen sistólico, sin embargo, con una relación curvilínea, como se presenta gráficamente en la *ilustración 1*, en la que se delimitan 2 zonas: una pendiente donde cambios mínimos de la precarga originan un marcado incremento de volumen sistólico definida como precarga-dependencia, y otra plana donde el volumen de eyección apenas varía con las modificaciones de la precarga llamada zona de precarga independencia. Por lo que para que se produzca un aumento del volumen sistólico izquierdo ambos ventrículos deben operar en la parte de precarga-dependencia de la curva, en caso contrario cualquier incremento en la precarga ocasionará solo un incremento de las presiones intracardiacas sin beneficio hemodinámico alguno. (23)

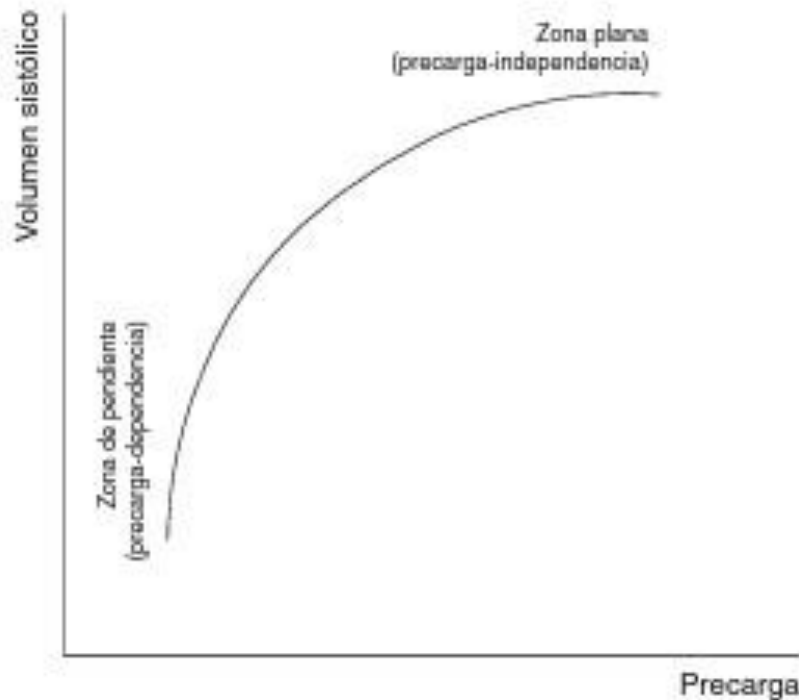


Ilustración 1.- Curva de función ventricular o de Frank-Starling (23)

La relación entre los cambios de precarga y volumen sistólico dependen de la morfología y grado de pendiente de la curva de Frank-Starling, que están determinados por la capacidad contráctil del corazón y postcarga ventricular, así la precarga-dependencia es la capacidad del corazón de modificar el volumen sistólico ante cambios en la precarga, por lo que para determinar que un paciente se encuentra en esta zona es necesario establecer en qué zona de la curva de función ventricular opera, para lo que se han desarrollado diversas pruebas de respuesta a volumen en las que es importante reconocer no solo el estado del volumen ventricular sino también de la adaptabilidad venosa, adaptabilidad ventricular y función ventricular. (24)

Dentro de la fisiopatología es importante considerar que clasificarse como “respondedor a volumen” no necesariamente requiere la administración de este, ya que durante condiciones fisiológicas normales los humanos somos respondedores

a volumen, debido a que funcionamos habitualmente en la parte más inclinada de la curva de Frank-Starling, lo que ilustra la capacidad de reserva para hacer frente a la sobrecarga hídrica, la cual se presenta principalmente como condición iatrogénica. Sin embargo, esta curva se superpone con la curva de Marik–Phillips de agua pulmonar extravascular (EVLW) y edema tisular, lo que ilustra un incremento del EVLW en respuesta al aumento de presiones hidrostáticas transmitidas. (25)

La ventilación mecánica afecta invariablemente el sistema cardiovascular y exagera los cambios en la presión intratorácica, por lo que en la evaluación de la precarga se emplean variables fisiológicas estáticas y una evaluación basada en medidas funcionales que cuantifican de forma dinámica el rendimiento cardiovascular ya sea aprovechando los cambios inducidos por la ventilación mecánica o alterando la precarga mediante maniobras para ayudar a decidir qué pacientes se beneficiarán del aporte de volumen. (23)

## PARÁMETROS ESTÁTICOS

Son parámetros que han sido basados en una sola observación en el tiempo

*Presión venosa central:* Esta compuesta por la presión generada por el volumen de sangre que distiende la aurícula derecha y la presión en el pericardio y tórax adyacente al corazón (también llamada presión yuxtacardiaca). Debido precisamente a la incapacidad para medir las fuentes de presión yuxtacardiaca significativa esta variable es limitante en la determinación del volumen sistólico. Además de diversos factores que condicionan incremento en la presión auricular derecha sin relacionarse a incrementos de volumen, como la disminución de la compliance miocárdica o el incremento en la postcarga. Por lo que la PVC es un sustituto del retorno de la sangre al corazón en un conjunto de circunstancias definidas que no están presentes de manera constante en situaciones clínicas y los múltiples mecanismos compensatorios del sistema circulatorio impiden la predicción

simple de la respuesta del gasto cardiaco a la modificación de una única variable. (26)

*Presión de oclusión de la arteria pulmonar:* Es una medida de la presión telediastólica del ventrículo izquierdo. Refleja la tendencia hidrostática para edema pulmonar y provee un índice de precarga ventricular izquierda. Se mide mediante un catéter en la arteria pulmonar ocluyendo el balón distal, debido a que la presión del catéter no se disipa a lo largo de una columna de líquido estático, representa la presión de flujo retrógrado de la aurícula izquierda, y puede representar la presión del ventrículo izquierdo si la válvula mitral se encuentra abierta, representando la presión telediastólica ventricular izquierda (PTDVI) durante la diástole. (27) Sin embargo, actualmente se considera un parámetro de baja predicción de precarga y dependencia biventricular, fundamentalmente en situaciones donde se desconoce la compliance miocárdica, además de que no existe un umbral que discrimine respondedores contra no respondedores. (21)

*Ultrasonografía de la vena cava inferior:* El diámetro de la vena cava inferior medido mediante ultrasonografía debe ser medido en la ventana subxifoidea, en el plano longitudinal, modo M en el eje largo del vaso, aproximadamente a 2 cm de la unión con la aurícula derecha y usualmente arriba de la entrada de la vena suprahepática, (28) la cual se ha considerado en adultos como predictor de respuesta a volumen, con gran limitación de este parámetro asociado a la diferencia de dimensiones de estructuras vasculares en niños, por lo que en niños ventilados se ha utilizado el índice de distensibilidad de la vena cava inferior > al 18% como predictor, o en pacientes sin ventilación mecánica el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior >30%-50%. (21) Otro parámetro derivado de estas mediciones es el índice de variabilidad de la vena cava inferior cuya fórmula es:  $(\text{diámetro máximo de VCI} + \text{diámetro mínimo de VCI}) / (\text{diámetro máximo de VCI} - \text{diámetro mínimo de VCI}) / 2 * 100$ , un resultado >12% se ha asociado a una adecuada respuesta a volumen, sin embargo, tiene sus limitaciones, ya que la ventilación con presión positiva tiene una gran influencia en estas variaciones, por lo que en pacientes con un volumen tidal <8 ml/kg o un PEEP >5 no se considera un buen predictor. (29)



## PARÁMETROS DINÁMICOS

La mayoría son basados en las interacciones cardiopulmonares durante la ventilación mecánica, basados en los cambios cíclicos en las condiciones de carga de los ventrículos derecho e izquierdo inducidos por la presión positiva de la ventilación mecánica, el concepto consiste en que entre mayor sean los cambios en el volumen sistólico durante los cambios cíclicos en ventilación mecánica más probable será que el corazón responda a volumen. (28)

Variabilidad de la presión de pulso (VPP): La presión de pulso es la representación del volumen sistólico, su fundamento se basa en que durante la ventilación con presión positiva, la insuflación disminuye la precarga del ventrículo derecho, cuando se transmite al lado izquierdo esto induce una disminución de la precarga ventricular izquierda, por lo que se generan cambios cíclicos en el volumen sistólico con la ventilación con presión positiva que pueden ser interpretados mediante la presión de pulso como se representa en la *ilustración 2*. Por lo que la VPP ha demostrado predecir la respuesta del gasto cardiaco a la expansión de volumen con una sensibilidad de 88% y especificidad de 89% con un punto de corte de 12%. (30)

Variabilidad de presión sistólica (VPS): La variación en la presión sistólica se cuantifica como el porcentaje de cambio en la presión sistólica durante una respiración mecánica dividido entre la presión sistólica media. Esta variación en la presión sistólica puede dividirse en dos componentes: Si la presión sistólica aumenta en relación con los valores apneicos se refiere como Delta-arriba, mientras que la caída de los valores de presión sistólica en relación con los valores apneicos se denomina Delta abajo como se representa en la *ilustración 2*. En los pacientes hipovolémicos, el parámetro Delta abajo es el principal componente de diferencia en la presión sistólica y se correlaciona con la respuesta a la precarga ya que la magnitud de Delta-abajo disminuye con la administración de volumen. En pacientes con ventilación mecánica la magnitud en la variación de la presión sistólica y el componente Delta abajo predicen de manera efectiva los cambios en el índice cardiaco secundarios a la expansión de volumen. Los valores de corte en la variación de la presión sistólica y el componente Delta-abajo, de 10 mmHg y 5

mmHg, respectivamente, son buenos predictores de aumentos del 15% o más en el índice de volumen latido en respuesta a la expansión de volumen. (31)

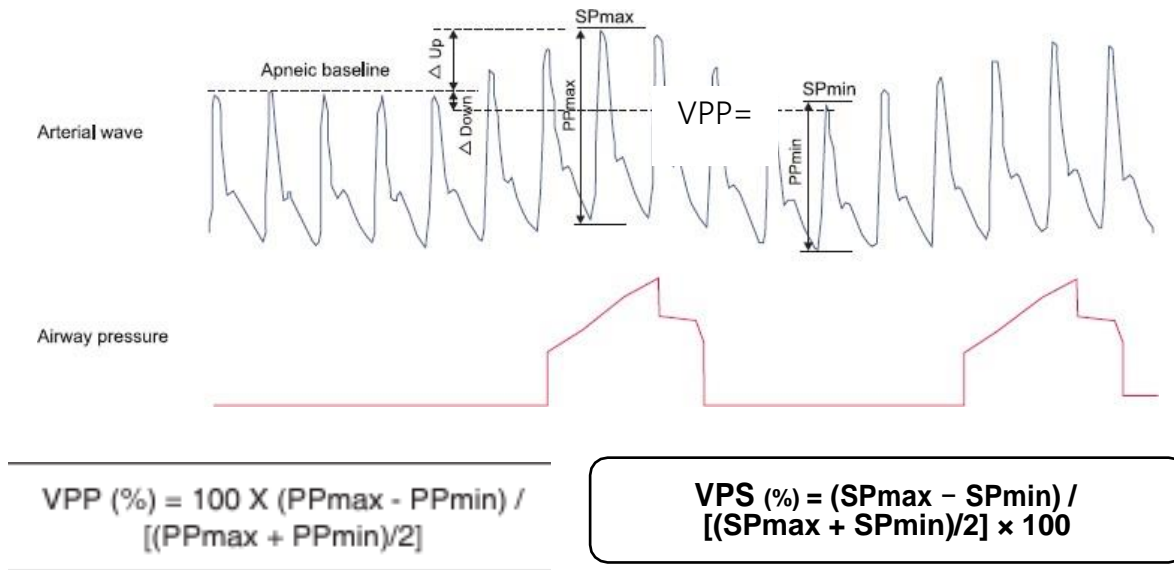


Ilustración 2.- Onda de línea arterial y fórmulas de Variabilidad de presión de pulso y Variabilidad de presión sistólica (29)

**Índices derivados de la pletismografía:** La forma de onda de la pletismografía es generada por los cambios en el volumen sanguíneo en los vasos tisulares con la luz infrarroja, de la cual han surgido parámetros predictores de respuesta a volumen con el mismo principio que la curva de onda arterial, como la **variación respiratoria de la amplitud de la forma de onda de la pletismografía** cuya fórmula es (%) = 100 x (amplitud máxima – amplitud mínima) / [(amplitud máxima + amplitud mínima) / 2], sin embargo, éste cálculo requiere herramientas específicas y un software especial, al igual que **el índice de variabilidad pletismográfica** que se obtiene con la fórmula: (PI máxima – PI mínima) / PI máxima, donde PI es la diferencia entre el componente pulsátil de "corriente alterna" (AC) y un componente no pulsátil de "corriente continua" (DC) de la curva pletismográfica los cuales se representan en la *ilustración 3*, con punto de corte de 9% para el índice de variabilidad pletismográfica que corresponde a una VPP >13% (32). Debido al requerimiento de tecnología especial para su medición se ha estudiado un nuevo parámetro con un cálculo de mayor accesibilidad como el **índice de perfusión periférica** cuya fórmula es AC/DC, sin embargo, es automáticamente calculado, con un punto de

corte de 1.4 para detección de perfusión anormal debido a vasoconstricción (32) y mayor a 1 para aquéllos respondedores a volumen. (21)

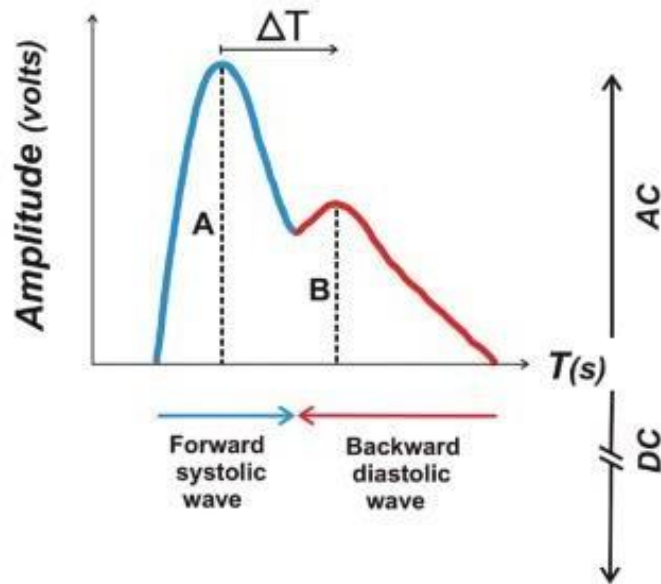


Ilustración 3 Forma de onda de pletoisografía. (32)

Elevación pasiva de piernas: Su fundamento se basa en la mimetización de los efectos hemodinámicos de la administración de 300 ml de sangre, debido a la movilización de sangre de las extremidades inferiores y el territorio esplácnico al compartimento intratorácico, de forma transitoria y reversible. (33) La maniobra debe iniciar en posición semisentado, no en supino, con inclinación del tórax a 45°, y posteriormente junto con la elevación de piernas descender el tórax para movilizar adecuadamente la sangre del compartimento esplácnico. Posteriormente los efectos deben ser evaluados con una nueva medición del gasto cardiaco y no de la presión arterial, y este método de medición debe ser capaz de evaluarse de manera rápida, ya que los efectos pueden desaparecer en 1 minuto. Las mediciones del gasto cardiaco deben realizarse antes, durante y después de la maniobra y los estímulos que puedan provocar estimulación adrenérgica deben corregirse previos a su realización. (34)

Para evaluar la respuesta se ha utilizado el cambio en distintos parámetros:

- \* *Medición del gasto cardíaco:* La forma más común de evaluarlo es la medición directa no invasiva mediante ultrasonografía Doppler transesofágica, transtorácica o biorreactancia o sus derivados como cambios en la velocidad de flujo aórtico, carotídeo, femoral o VTI, con un punto de corte de incremento del gasto cardíaco >10%.
- \* *El índice de perfusión periférica* previamente descrito ha demostrado cambios respecto a la modificación de la precarga, un incremento en este índice mayor al 9% durante la elevación pasiva de piernas puede detectar un incremento en la en el gasto cardíaco >10% con una sensibilidad de 91% y especificidad de 79%, debido a que el incremento en el gasto cardíaco durante la maniobra es un excelente predictor de respuesta a volumen se puede asumir que cambios en el índice de perfusión periférica predicen esta misma respuesta. (33)
- \* *ETCO2 (CO2 exhalado):* El CO2 espirado se determina principalmente por el flujo sanguíneo pulmonar (subrogado del gasto cardíaco), la producción metabólica del CO2 (VCO2) y la ventilación, por lo que el ETCO2 varía directamente proporcional al VO2 y el gasto cardíaco e inversamente proporcional a la ventilación alveolar. Por tanto, durante la maniobra de levantamiento pasivo de piernas la tasa metabólica sistémica permanece constante y los cambios en ETCO2 deberían reflejar predominantemente las variaciones en el flujo sanguíneo pulmonar e indirectamente, los cambios en el gasto cardíaco. El punto de corte establecido para la respuesta a líquidos es la variación de ETCO2  $\geq 5\%$  mmHg durante la maniobra, con sensibilidad de 90.5% y una especificidad de 93.7% (21) en pacientes con ventilación mecánica perfectamente estable. (30) Consideraciones importantes en esta maniobra deben ser tomadas en cuenta en la población pediátrica, ya que puede ser útil sólo en niños mayores de 5 años debido a la cantidad más pequeña de volumen sanguíneo movilizada en niños de menor edad, (29) así como el resto de contraindicaciones como hipertensión intracraneal, hipertensión intraabdominal, y el uso de calcetines compresivos que ha demostrado modificaciones en los resultados de dicha maniobra. (28)

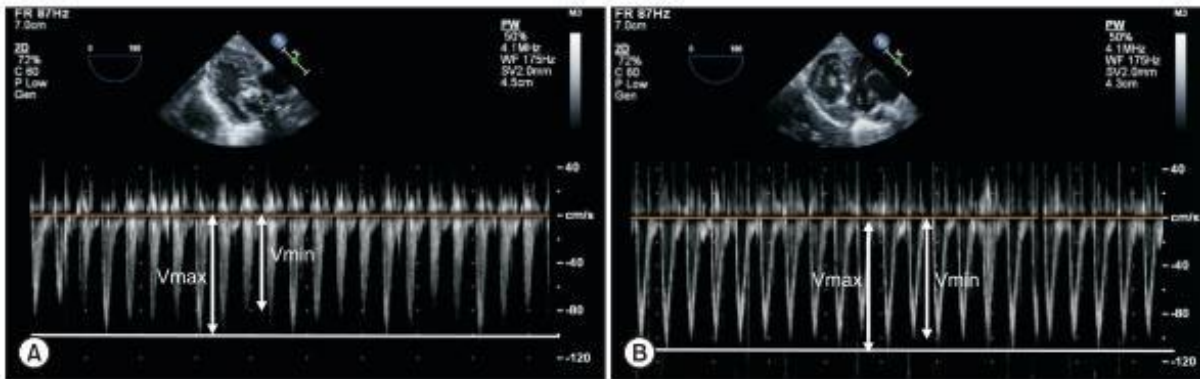
Test de oclusión teleespiratoria: El fundamento fisiológico se basa en pacientes ventilados donde cada insuflación incrementa la presión intratorácica e impide el retorno venoso, interrumpiendo entonces la ventilación al final de la espiración debe prevenir el descenso cíclico del retorno venoso, incrementando la precarga transitoriamente y a su vez del gasto cardiaco en paciente precarga-dependiente con un punto de corte  $>5\%$  de incremento en el gasto cardiaco posterior a la oclusión teleespiratoria durante 15 segundos, o un incremento en el VTI  $>13\%$  por medición ecocardiográfica, sin afectarse por variaciones en el PEEP de 5-15 mmH<sub>2</sub>O, por lo que su limitación más frecuente corresponde a la presencia de respiraciones espontáneas o las asociadas a las complicaciones en la medición del gasto cardiaco que debe ser medido de forma precisa. (28)

Fluid challenge: Consiste en la administración de 500 ml de cristaloides o coloides durante 30 min y evaluar la respuesta en el gasto cardiaco que esto induce. La respuesta se puede evaluar mediante parámetros clínicos como presión arterial, uresis, llenado capilar, lactato, etc., pero la determinación del gasto cardiaco debe ser realizada con una medición directa. La limitante para su realización se ha considerado una PVC  $>15$  mmHg. Sin embargo, la principal limitante de esta prueba es que no predice la respuesta, si no evalúa el efecto terapéutico de la administración de este, sin posibilidad de revertirlo, con la sobrecarga hídrica como complicación principal. (35)

Minifluid challenge: Consiste de forma similar al fluid challenge en la administración de líquidos (cristaloides o coloides) pero en una menor cantidad, y evaluar su respuesta en el gasto cardiaco. Las cantidades descritas que han demostrado reflejar cambios significativos en la precarga y consecuentemente en el gasto cardiaco son 100 ml de cristaloides (28) o bolo de 4 ml/kg (30) y la respuesta debe evaluarse con un método preciso de medición del gasto cardiaco debido a los cambios pequeños inducidos en la hemodinamia.

Variación respiratoria de la velocidad de flujo pico aórtico: Es medida en el anillo aórtico usando un Doppler pulsado con ultrasonido transtorácico o transesofágico

como se muestra en la *ilustración 4*. la fórmula para su cálculo es:  $\Delta V_{\text{pico}} (\%) = 100 \times (V_{\text{pico máx}} - V_{\text{pico min}}) / [(V_{\text{pico máx}} + V_{\text{pico min}}) / 2]$ . Considerado un excelente predictor de respuesta a volumen en pacientes pediátricos con ventilación mecánica.



*Ilustración 4 Variación respiratoria de la velocidad de flujo pico aórtico (29)*

### **Protocolo VExUS**

La evaluación de las pruebas de respuesta a volumen es de gran importancia en las unidades de cuidados intensivos para evitar los efectos deletéreos de la reanimación hídrica, principalmente la sobrecarga hídrica, sin embargo un sistema de evaluación de la presencia o ausencia de la misma es indispensable para el correcto tratamiento de los pacientes y debería ser parte rutinaria de la monitorización del estado de volemia del paciente y de la decisión de administrar o no líquidos intravenosos, por lo que recientemente se han desarrollado métodos ultrasonográficos como el protocolo VExUS, el cual evalúa datos de congestión venosa a la cabecera del paciente, con el análisis de la morfología de las ondas venosas que sugieran que se ha alcanzado el límite de la capacitancia venosa. (36)

En el protocolo VExUS la evaluación se centra en la vena cava inferior, suprahepática, porta y renal, en búsqueda de patrones anormales en la morfología de ondas Doppler, en el contexto de congestión. Las bases fisiopatológicas de este

protocolo se rigen en el análisis de onda de la PVC y de los lechos vasculares del compartimento venoso como reflejo de lo que ocurre en el compartimento central, del desacoplamiento venoventricular y del aumento del exceso venoso. (37)

Este protocolo inicia con la evaluación de la congestión a nivel sistémico, por lo que el primer flujo evaluado es la vena cava inferior: Esta valoración debe realizarse con un transductor sectorial de 2 a 5 MHz en su eje corto con barrido cefalocaudal a 4 cm de la unión cavaauricular o inmediatamente caudal a la desembocadura de la vena suprahepática; con base en esta imagen, realizar mediciones en modo 2D: una vena cavapletórica, con diámetro mayor a 2 cm es el primer dato de congestión y entonces deberá continuarse con la evaluación venosa. El siguiente flujo a analizar es el de la vena suprahepática, se debe utilizar un transductor sectorial de 2 a 5 MHz, usando Doppler color, ubicar el flujo y observar su morfología usando Doppler pulsado e identificar las ondas sistólica y diastólica (37), con una alteración leve la amplitud de la onda sistólica disminuye comparada con la diastólica ( $S < D$ ), conforme empeora la congestión la onda S desaparece o se vuelve retrógrada en caso de regurgitación tricúspidea severa.(36) Posteriormente se analiza el flujo de la vena porta con el mismo transductor, en la valoración suprahepática se gira el transductor a las 12 h, una vez centrada la vena porta, se ubica el flujo con Doppler color y se mide con Doppler pulsado; el flujo normal es continuo debido a la alta compliancia vascular por los sinusoides hepáticos, sin embargo cuando el exceso venoso se incrementa de forma patológica el flujo portal se torna pulsátil, un índice de pulsatilidad  $[(V_{max}-V_{min}/V_{max}) \times 100]$  mayor a 30% se considera congestión moderada, y uno mayor a 50% se considera grave. Y por último se analiza el flujo venoso intrarrenal, idealmente se realiza con un transductor convexo en modo abdominal, se coloca el transductor a las 6 h, en la línea axilar posterior a la altura del borde inferior de la parrilla costal derecha hasta ubicar el riñón, se localizan los vasos interlobares por medio del Doppler color. Una vez ubicado el flujo vascular, se mide su velocidad con Doppler pulsado. El flujo continuo se considera normal; conforme aumenta la congestión venosa, el flujo se torna pulsátil, bifásico y monofásico en orden de gravedad. La combinación de estas alteraciones permite la

estimación del exceso venoso y el desacoplamiento de la interacción entre vasculatura y corazón como se muestra en las *ilustraciones 5 y 6*. (37)

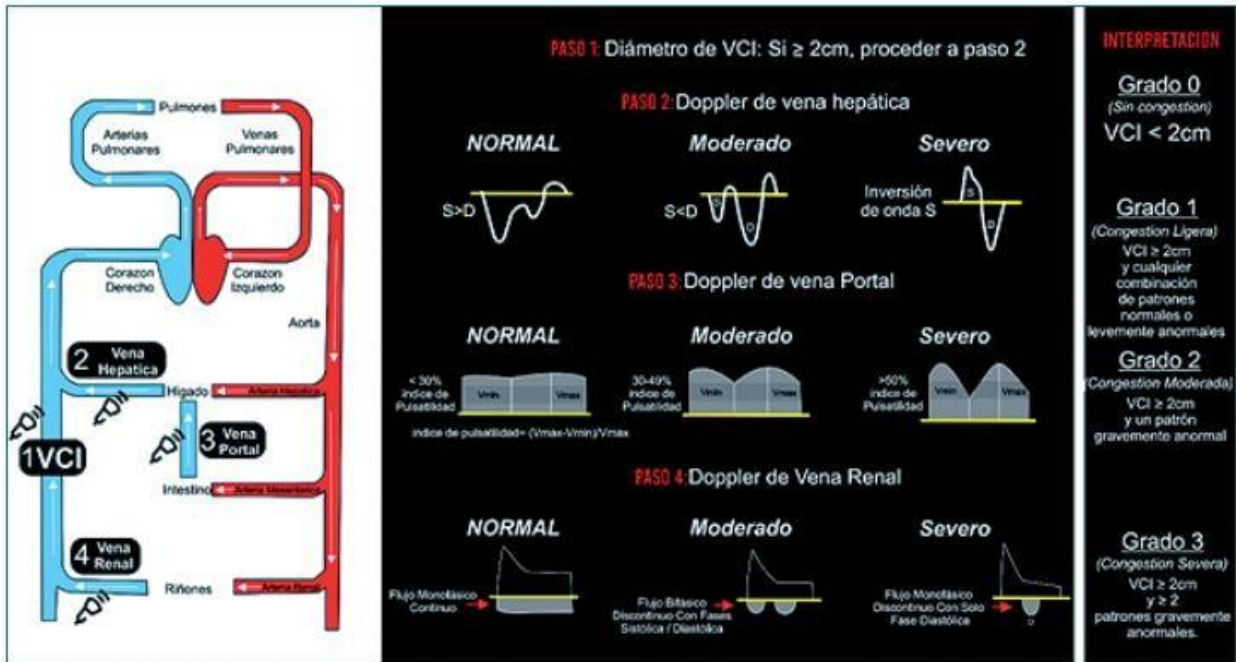


Ilustración 5: Representación gráfica de las imágenes ultrasonográficas del protocolo VExUS (37)

Tabla 1. Interpretación del sistema VExUS		
	Mediciones	Interpretación
Grado 0	VCI $< 20\text{mm}$ (grado $< 3$ ) VH, VP y VR grado 0	Sin congestión
Grado 1	VCI grado 4 VH, VP y VR grado 0	Congestión leve
Grado 2	VCI grado 4 VH, VP y VR grado 1	Congestión moderada
Grado 3	VCI grado 4 VH, VP y VR grado 2	Congestión severa

Ilustración 6: Interpretación del sistema VExUS (37)



## JUSTIFICACIÓN

### ***Magnitud:***

Las cardiopatías congénitas constituyen el grupo más importante de las malformaciones congénitas, su incidencia es de 6 a 8 por cada 1,000 nacidos vivos, de los cuales una cuarta parte requieren cirugía. Representan el 3% de la mortalidad infantil y el 46% de las muertes por malformaciones congénitas. La atención médico-quirúrgica de estas cardiopatías congénitas en México se centra prioritariamente en tres centros: Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, los cuales realizan más del 74% de la actividad terapéutica en el país, siendo el nuestro uno de estos centros, por lo que es de suma importancia la evaluación hemodinámica integral en el estado postquirúrgico, incluyendo la evaluación de la sobrecarga hídrica.

***Trascendencia:*** El estudio de la función cardiovascular constituye un aspecto fundamental del cuidado del paciente crítico, en el paciente postquirúrgico de corazón la monitorización hemodinámica nos permite obtener información acerca de la fisiopatología cardiocirculatoria que nos ayuda a guiar la terapéutica en las situaciones de inestabilidad hemodinámica, en nuestra unidad se cuenta con ultrasonido, herramienta que ha demostrado gran utilidad en el escenario de los cuidados críticos, por lo que la evaluación de la congestión venosa de forma estandarizada mediante el protocolo VExUS se basa en evaluar dicha congestión y su repercusión en la relación flujo-presión-volumen del sistema cardiovascular, para normar conductas terapéuticas, el uso de diuréticos y/o la ultrafiltración con máquinas extracorpóreas.

***Factibilidad:*** Fue posible realizarse este estudio en nuestra unidad, ya que representa uno de los centros con gran concentración de pacientes sometidos a cirugía cardíaca, anualmente el promedio de ingresos a la UTIP de nuestra unidad es de 774 pacientes, de los cuales el 23% corresponden a postquirúrgicos de cirugía cardíaca. Además, en nuestra unidad se cuenta con los recursos necesarios para llevarse a cabo para la realización del protocolo, tanto el equipo dentro de la unidad, como el personal capacitado con médicos con adiestramiento en la utilización del ultrasonido, así como conocimiento y adiestramiento en la

realización e interpretación de dicho protocolo.

***Vulnerabilidad:*** La principal limitación de este estudio es la que circunscribe a la ultrasonografía misma, la característica de ser operador dependiente, además de limitación de su aplicación en el caso de ausencia no programada del personal experimentado para la evaluación e interpretación ultrasonográfica realizada.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el grado de congestión venosa evaluada por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardiaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel?

## **OBJETIVOS**

### ***General:***

Determinar la presencia de congestión venosa por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel.

### ***Específicos:***

- Describir las características clínicas y sociodemográficas de los pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en la unidad de terapia intensiva.
- Determinar la presencia y grado de congestión venosa en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en las primeras 24 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica.
- Determinar la presencia y el grado de congestión venosa mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular a las 48 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica.
- Determinar el impacto de la congestión venosa evaluada por VExUS en días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI, función ventricular derecha e izquierda y mortalidad en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular.

## **HIPÓTESIS**

- No requiere hipótesis ya que se trata de un estudio retrospectivo

## MATERIAL Y MÉTODOS

**A.- Tipo y diseño:** *Retrospectivo.*

**B.- Universo y lugar de trabajo:**

Expedientes de pacientes mayores de 1 mes y menores de 18 años, ingresados a la terapia intensiva pediátrica de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO en estado postquirúrgico de cirugía cardíaca con corrección biventricular.

**C.- Temporalidad:**

Enero 2022 - diciembre 2022

**D.- Muestreo:**

No probabilístico por conveniencia.

**E.- Criterios de selección**

- **Criterios de inclusión:** Expedientes de pacientes mayores de 1 mes y menores de 18 años, ingresados a la terapia intensiva pediátrica de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO en estado postquirúrgico de cirugía cardíaca.
- **Criterios de exclusión:** Expedientes de pacientes mayores de 18 años, expedientes de pacientes menores de 1 mes, expedientes de pacientes con datos incompletos para la recolección de datos al ingreso a la terapia intensiva, expedientes de pacientes que rechazaron procedimientos terapéuticos o intervenciones quirúrgicas. Expedientes de pacientes con cirugía paliativa univentricular.

## VARIABLES

- Dependiente: Grado de congestión venosa.
- Independientes: Nombre, peso, RASCH-1, antibiótico, infección, soporte cardiovascular, tempo circulación extracorpórea, tiempo pinzado aórtico, cardioplejia, sangrado, ritmo cardiaca, tensión arterial media, realización de ultrafiltración modificada, frecuencia cardiaca, lactato, Score inotrópico vasoactivo, edad, género, balance hídrico acumulado al ingreso, balance hídrico acumulado al egreso, aporte hídrico, días de estancia en UTIP, complicación asociada, uso de diurético, desenlace, fracción de eyección, cambio de área fraccional del ventrículo derecho, TAPSE, insuficiencia valvular, gradiente máximo de insuficiencia valvular, distensibilidad de la vena cava inferior, Doppler de la vena suprahepática, Doppler de la vena porta, Doppler de la vena renal, urea, creatinina, PEEP, Fio2, extubación, lesión renal aguda, diurético, terapia de reemplazo renal.

### ***F.- Definición de variables***

- Grado de congestión venosa: Límite de la capacitancia venosa que genera un aumento rápido de las presiones venosa y a nivel auricular.
- Nombre: Palabra que designa o identifica seres animados o inanimados
- Peso: Medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.
- RASCH -1: Risk adjustment for congenital heart surgery.
- Antibiótico: Dicho de una sustancia química: capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causarles la muerte, por su acción bactericida, y que es producida por un ser vivo o fabricada por síntesis.

- Infeción: Acción y efecto de infectar o infectarse.
- Soporte cardiovascular: Medicamentos utilizados para mantener adecuada perfusión tisular.
- Tiempo circulación extracorpórea: Tiempo que dura bajo circulación externa cuya función es conducir la corriente sanguínea fuera del organismo, oxigenarla y procurar asistencia mecánica al paciente para poder desconectar temporalmente el corazón y mantener las funciones circulatorias del organismo.
- Tiempo pinzado aórtico: Tiempo durante el cual se coloca una pinza en la aorta que ocluye el ingreso de sangre.
- Cardioplejia: Sustancia empleada en cirugía cardíaca para detener la actividad eléctrica y mecánica del corazón, en diástole, durante el procedimiento quirúrgico, causando el menos daño isquémico posible sobre el corazón.
- Sangrado: Pérdida de sangre.
- Ritmo cardíaco: Sucesión regular de sístoles y diástoles de la musculatura del corazón.
- Tensión arterial media: Promedio de la presión en las arterias durante un ciclo cardíaco.
- MUF: Proceso convectivo, donde la sangre es bombeada a través de una membrana semipermeable para filtrar partículas en la sangre con una masa molecular menor del tamaño del poro.
- Frecuencia cardíaca: Número de veces que se contrae el corazón durante un minuto.
- Lactato: Metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.

- Score inotrópico vasoactivo: Escala que indica que indica la cantidad de apoyo cardiovascular aportado mediante diversos inotrópicos o vasopresores.

- Edad: Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.
- Género: Características biológicas que definen a un individuo como hombre o mujer.
- Balance hídrico acumulado al ingreso: Relación entre la ingesta y la pérdida de líquidos a su ingreso a UTIP.
- Balance hídrico acumulado al egreso: Relación entre la ingesta y la pérdida de líquidos a su egreso a UTIP o defunción.
- Aporte hídrico: Cantidad de líquido total administrada. Restringido (<80% de sus requerimientos hídricos). Libre >80% de sus requerimientos hídricos.
- Días de estancia en UTIP: Número de días que el paciente permanece hospitalizado transcurridos desde su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica hasta su egreso de ésta.
- Complicación asociada: Problema médico que se presenta durante el curso de una enfermedad.
- Uso de diurético: Administración de sustancia que al ser ingerida provoca una eliminación de agua y electrolitos del organismo a través de la orina.
- Desenlace: Modo en el que se resuelve o termina una acción.
- Fracción de eyección: Medida del porcentaje de sangre que sale del corazón cada vez que este se contrae.
- Cambio de área fraccional del ventrículo derecho: Porcentaje de cambio en el área del ventrículo derecho durante el ciclo cardíaco.
- TAPSE: Desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo.
- Insuficiencia valvular: Conjunto de cambios funcionales y clínicos secundarios a una incompetencia mitral.



- Gradiente máximo de insuficiencia valvular: Gradiente de presión que existe a través de una válvula durante el paso de la sangre por ella.
- Distensibilidad de la vena cava inferior:  $(\text{Diámetro máximo} - \text{Diámetro mínimo}) \times 100 / \text{Diámetro mínimo}$ . Con un punto de corte de 18%
- Doppler de la vena Suprahepática: Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena suprahepática.
- Doppler de la vena portal: Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena portal.
- Doppler de la vena renal: Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena renal.
- Urea: Sustancia orgánica resultante de la degradación de sustancias nitrogenadas en el organismo.
- Creatinina: Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre de los vertebrados y que se excreta por la orina.
- PEEP: Presión positiva el final de la espiración.
- Fio2: Concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire.
- Extubado: Procedimiento que consiste en retirar el tubo endotraqueal.
- AKI: “Lesión renal aguda” Disminución en la capacidad que tienen los riñones para eliminar productos nitrogenados de desecho, instaurada en horas a días.

- Diurético: Uso de sustancia que facilita o aumenta la eliminación de orina.
- Terapia de reemplazo renal (TRR): Terapias que purifican la sangre en forma extracorpórea, sustituyendo la función renal.

### G.- Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Escala	Unidad de medición	Definición operacional	Prueba estadística
Grado de congestión venosa	Cuantitativa	Discreta	0,1,2,3	Límite de la capacitancia venosa que genera un aumento rápido de las presiones venosas y a nivel auricular.	Media y DE Correlación de Pearson.
Nombre	Cualitativa	Nominal	Nombre del paciente.	Palabra que designa o identifica seres animados o inanimados.	Frecuencias y %
Peso	Cuantitativa	Continua	Kilogramos	El peso es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto.	Media y DE Correlación de Pearson.
RASCH -1	Cuantitativa	Discreta	1,2,3,4,5,6	Risk adjustment for congenital heart surgery.	Media y de Correlación de Pearson.
Antibiótico	Cualitativa	Dicotómica	Sí No	Dicho de una sustancia química capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causarles la muerte, por su acción bactericida, y que es producida por un ser vivo o fabricada por síntesis.	Frecuencias y %
Infección	Cualitativa	Dicotómica	Sí No	Acción y efecto de infectar o infectarse.	Frecuencias y %
Soporte cardiovascular	Cualitativa	Nominal	Adrenalina Norepinefrina  Dobutamina Milrinona Levosimendán	Medicamentos utilizados para mantener adecuada perfusión tisular.	Frecuencias y %
Tiempo circulación extracorpórea:	Cuantitativa	Discreta	Minutos	Tiempo que dura bajo circulación externa cuya función es conducir la corriente sanguínea fuera del organismo, oxigenarla y procurar asistencia mecánica al paciente para poder desconectar temporalmente el corazón y mantener las funciones circulatorias del organismo.	Media y de Correlación de Pearson.

Tiempo pinzado aórtico: (min)	Cuantitativa	Discreta	Minutos	Tiempo durante el cual se coloca unapinza en laorta que ocluye el ingreso de sangre.	Media y de Correlación de Pearson.
Cardiooplejia	Cualitativa	Nominal	Nombre de la sustancia.	Sustancia empleada en cirugía cardíaca para detener la actividad eléctrica y mecánica del corazón, en diástole, durante el procedimiento quirúrgico, causando el menos daño isquémico posible sobre el corazón.	Frecuencias y %
Sangrado	Cuantitativa	Continua	Mililitros	Pérdida de sangre.	Media y de Correlación de Pearson.
Ritmo cardíaco	Cualitativa	Nominal	Sinusal Supraventricular Ventricular Otros	Sucesión regular de sístoles y diástoles de la musculatura del corazón.	Frecuencias y %
Tensión arterial media	Cuantitativa	Discreta	mmHg	Promedio de la presión en las arterias durante un ciclo cardíaco.	Media y de Correlación de Pearson.
MUF	Cualitativa	Dicotómica	Sí No	Proceso convectivo, donde la sangre es bombeada a través de una membrana semipermeable para filtrar partículas en la sangre con una masa molecular menor del tamaño del poro.	Frecuencias y %
Frecuencia cardíaca	Cuantitativa	Discreta	Latidos por minuto.	Número de veces que se contrae el corazón durante un minuto.	Media y de Correlación de Pearson.
Lactato	Cuantitativa	Discreta	mmol/L	Metabolito de la glucosa producido por los tejidos corporales en condiciones de suministro insuficiente de oxígeno.	Media y de Correlación de Pearson.
Score inotrópico vasoactivo	Cuantitativa	Discreta	Número	Escala que indica la cantidad de apoyo cardiovascular aportado mediante diversos inotrópicos o vasopresores.	Media y de Correlación de Pearson.

Edad	Cuantitativa	Discreta	Años	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo	Media y de Correlación de Pearson
Género	Cualitativa	Dicotómica	Femenino/ masculino	Características biológicas que definen a un individuo como hombre o mujer	Frecuencias y %
Balance hídrico acumulado al ingreso	Cuantitativa	Continua	Mililitros	Relación entre la ingesta y la pérdida de líquidos a su ingreso a UTIP.	Media y de Correlación de Pearson
Balance hídrico acumulado al egreso	Cuantitativa	Continua	Metros	Relación entre la ingesta y la pérdida de líquidos a su egreso de UTIP o defunción.	Media y de Correlación de Pearson
Aporte hídrico	Cualitativa	Dicotómica	Restringido o Libre	Cantidad de líquido total administrada. Restringido (<80% de sus requerimientos hídricos). Libre >80% de sus requerimientos hídricos.	Frecuencias y %
Días de estancia en utip	Cuantitativa	Discreta	Días	Número de días que el paciente permanece hospitalizado transcurridos desde su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica hasta su egreso de esta.	Media y de correlación de Pearson
Complicación asociada	Cualitativa	Nominal	Infecciosa Ventilatoria Hemodinámica Otra	Problema médico que se presenta durante el curso de una enfermedad.	Frecuencias y %
Uso de diurético	Cualitativo	Dicotómica	S i N o	Administración de sustancia que al ser ingerida provoca una eliminación de agua y electrolitos del organismo a través de la orina.	Frecuencias y %
Desenlace	Cualitativo	Nominal	Alta Muerte	Modo en el que se resuelve o termina una acción.	Frecuencias y %
Fracción de eyección	Cuantitativa	Continua	%	Medida del porcentaje de sangre que sale del corazón cada vez que este se contrae	Media y de correlación de Pearson
Cambio de área fraccional del ventrículo derecho.	Cuantitativa	Continua	%	Porcentaje de cambio en el área del ventrículo derecho durante el ciclo cardiaco.	Media y de correlación de Pearson

TAPSE	Cuantitativa	Discreta	mm	Desplazamiento sistólico del plano del anillo tricuspídeo.	Media y de, correlación de Pearson
Insuficiencia valvular	Cualitativo	Dicotómica	S í N o	Es el conjunto de cambios funcionales y clínicos secundarios a una incompetencia mitral.	Frecuencias y %
Gradiente máximo de insuficiencia valvular	Cuantitativa	Continua	mmHg	Gradiente de presión que existe a través de una válvula durante el paso de la sangre por ella.	Media y de, correlación de Pearson
Distensibilidad de la vena cava inferior	Cualitativa	Dicotómica	Alterado Normal	$\text{Diámetro máximo} - \text{Diámetro mínimo} \times 100 / \text{Diámetro mínimo}$ . Con un punto de corte de 18%	Frecuencias y %
Doppler de la vena Suprahepática	Cualitativa	Nominal	Normal Levemente afectado Severamente afectado.	Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena suprahepática.	Frecuencias y %
Doppler de la vena portal	Cualitativa	Nominal	Normal Levemente afectado Severamente afectado.	Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena portal.	Frecuencias y %
Doppler de la vena renal	Cualitativa	Nominal	Normal Levemente afectado Severamente afectado.	Prueba no invasiva que calcula el flujo de la sangre en los vasos sanguíneos haciendo rebotar ondas sonoras de alta frecuencia medido en la vena renal.	Frecuencias y %
Urea	Cuantitativa	Continua	Mg/dL	Sustancia orgánica resultante de la degradación de sustancias nitrogenadas en el organismo.	Media y de, correlación de Pearson
Creatinina	Cuantitativa	Continua	Mg/dL	Producto final del metabolismo de la creatina que se encuentra en el tejido muscular y en la sangre de los vertebrados y que se excreta por la orina.	Media y de, correlación de Pearson

PEEP	Cuantitativa	Continua	cmH2O	Presión positiva el final de la espiración	Media y de, correlación de Pearson
Fio2	Cuantitativa	Continua	%	Concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire.	Media y de, correlación de Pearson
Extubado	Cualitativo	Dicotómica	S í N o	Procedimiento que consiste en retirar el tubo endotraqueal	Frecuencias y %
AKI	Cuantitativa	Discreta	1,2,3.	“Lesión renal aguda” Disminución en la capacidad que tienen los riñones para eliminar productos nitrogenados de desecho, instaurada en horas a días.	Media y de, correlación de Pearson
Diurético	Cualitativo	Dicotómica	S í N o	Uso de sustancia que facilita o aumenta la eliminación de orina.	Frecuencias y %
Terapia de reemplazo renal (TRR)	Cualitativo	Dicotómica	S í N o	Terapia de reemplazo renal. Terapias que purifican la sangre en forma extracorpórea, sustituyendo la función renal.	Frecuencias y %

## ***H.- Desarrollo del trabajo***

Previa autorización del comité de Investigación en salud del hospital de pediatría CMNO, los procedimientos se llevaron a cabo en la unidad de terapia intensiva pediátrica dentro del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional de Occidente, la revisión de expedientes de pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, recolectando las variables a analizar, derivadas de procedimientos realizados de forma rutinaria y previamente a pie de cama mediante equipo ultrasonográfico marca Philips Envisor y Esaote, con el cual se cuenta en la unidad, como la medición de flujos venosos mediante modalidades 2D, Doppler color y Doppler pulsado de la siguiente manera: El primer flujo evaluado consistió en medición de la vena cava inferior con un transductor sectorial o convexo de 2 a 5 MHz en el área subxifoidea, con la marca apuntando a las 3h realizando un giro en dirección de las 12h hasta observar la desembocadura de la vena cava en la aurícula derecha o inmediatamente caudal a la desembocadura de la vena suprahepática; con base en esta imagen, se realizaron mediciones en modo 2D para medir el diámetro de la vena cava inferior, si esta fue mayor de 20 mm o su índice de distensibilidad es  $>18\%$  se continuó con la medición de resto de flujos, en los casos donde se encontró menor a estos valores, se consideró como ausencia de congestión, con una graduación de 0 y se detuvo la medición en ese momento. El siguiente flujo valorado fue el de la vena suprahepática, con el mismo transductor, usando Doppler color, se ubicó el flujo, una vez localizado se observó su morfología usando Doppler pulsado y se identificaron las ondas sistólica y diastólica determinando el grado de alteración. Una vez concluida esta valoración con el mismo transductor se analizó el flujo de la vena porta, se giró el transductor a las 12 h, una vez centrada la vena porta, se ubicó el flujo con el Doppler color y se midió con el Doppler pulsado además de determinarse el índice de pulsatilidad portal  $[(V_{max}-V_{min}/V_{max}) \times 100]$  para graduar la alteración. Por último, se analizó el flujo venoso intrarrenal, con un transductor convexo en modo abdominal, se colocó el transductor a las 12 h, en la línea axilar posterior a la altura del borde inferior de la parrilla costal derecha hasta ubicar el riñón, se localizaron los vasos interlobares por medio del Doppler color. Una vez ubicado el flujo vascular, se midió su velocidad



con Doppler pulsado y se graduó la alteración. Una vez realizadas estas 4 mediciones ultrasonográficas se determinó el grado de congestión venosa de acuerdo con el protocolo VExUS estratificándose en 4 categorías, de 0-3 según correspondió: VExUS 0 para aquellos flujos sin alteración, VExUS1 para aquéllos en los que el único flujo alterado correspondió a la VCI, VExUS 2 para los que presentaron al menos un flujo moderadamente afectado y VExUS 3, para los que contaron con al menos un flujo severamente afectado. Las cuales se registraron en la base datos de los ultrasonidos previamente descritos. Fueron analizados por los investigadores, registrando los datos ahí almacenados en la hoja de recolección de datos, junto con el resto de información completando registros de variables de estudio derivados de registro en los expedientes clínicos; se procedió al análisis de estos en busca de las variables que se requirieron para el estudio.

### ***1.- Análisis estadístico***

Se realizó la recolección de información de variables de estudio mediante una base de datos en el programa de Excel. Utilizamos el programa estadístico SPSS versión 21.0 para realizar el análisis estadístico de las variables; para la estadística descriptiva se calculó como medida de tendencia central la media o mediana, en función de la curva de distribución de los datos, para lo cual se emplearon las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, mientras que para el análisis de la dispersión de los datos se empleó la desviación estándar o bien los rangos intercuantiles, dependiendo de la distribución de los datos. Para la estadística inferencial, se empleó la prueba de Wilcoxon para comparar las variables cuantitativas obtenidas de la medición basal con las 48 horas posteriores al procedimiento o bien basal contra las 72 horas, mientras que las variables cualitativas fueron comparadas mediante las pruebas de Chi cuadrada o exacta de Fisher, según corresponda. Se realizó prueba de correlación de Pearson entre el grado de congestión venosa y los días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI, y la función ventricular derecha e izquierda. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa, cuando el valor de  $p$  obtenido sea  $\leq 0.05$ .

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto fue sometido para su revisión y dictamen por el Comité local de investigación en salud y el Comité de ética en investigación en salud 1302, con apego estricto a los principios éticos y científicos que justifican la investigación. Basados en el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación 2014 y las pautas éticas internacionales, esta investigación se trata de un estudio sin riesgo de acuerdo con el artículo 17 del título segundo fracción I, ya que los datos fueron obtenidos de la revisión de expedientes médicos de los pacientes y que las evaluaciones realizadas forman parte del proceso de atención habitual de los enfermos con dicha condición, considerando lo establecido en la pauta 4.

En cuanto a la población de estudio, se cumplió rigurosamente con la pauta 1 y el artículo 13 del título segundo, capítulo I, prevaleciendo el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar; así como artículo 14, fracciones I-VIII: Adaptada a los principios científicos y éticos que justifican la investigación médica, fundamentada en la experimentación previa realizada, desarrollada de esta manera ya que el conocimiento que se pretende producir no puede obtenerse por otro medio, prevaleciendo siempre las probabilidades de los beneficiados esperados sobre los riesgos predecibles. La recolección y registro de datos se realizó de acuerdo con el artículo 16 del título segundo, capítulo I, protegiendo la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran, se identificaron con número de folio asignado consecutivamente conforme a la valoración de los mismos, de esta forma la información recolectada se recopiló en una base de datos a la cual únicamente tuvieron acceso el investigador principal y director de tesis, conservando la información durante 5 años, tras lo cual se eliminará la información mediante la destrucción de registros físicos y eliminando datos capturados en el disco duro de la computadora (pauta 12).

Nuestra investigación contó con una carta de dispensa de consentimiento informado de acuerdo con la pauta 10, ya que se trata de un estudio retrospectivo, donde se

recabaron datos de expedientes de pacientes relacionados con registros de acciones de riesgo mínimo que se realizan de forma rutinaria en el servicio y han sido obtenidos previamente, con imposibilidad de obtener consentimiento para la realización de estas al momento de la investigación.

La investigación fue realizada por profesionales de la salud a que se refiere el artículo 114 de este Reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano, bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes, contando con el dictamen favorable de los Comités de Investigación y de Ética en Investigación y llevándose a cabo una vez que se tenga la autorización del titular de la institución de atención a la salud.

## RECURSOS HUMANOS, FINANCIEROS Y TECNOLÓGICOS

- **Materiales:** Equipo de ultrasonido, computadora, impresora, tinta para impresora. Programas: SPSS, Excel, Word.
- **Humanos:** Asesores, tesista, pacientes que cumplan con los criterios de inclusión.
- **Financieros:** Este estudio no requiere financiamiento externo, todo el material necesario fue proporcionado por los investigadores.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Enero - febrero	Marzo - abril	Mayo - junio	Julio - agosto	Septiembre - octubre	Noviembre - diciembre	Enero	Febrero
Revisión bibliográfica								
Elaboración de protocolo								
Revisión por el comité								
Recopilación de datos o trabajo de campo								
Codificación, procesamiento y análisis de información								
Entrega del trabajo final y/o publicación de resultados								

## RESULTADOS

Se analizaron 20 expedientes de pacientes sometidos a cirugía cardiaca de corrección biventricular en la UMAE Hospital de Pediatría CMNO que cumplieron con los criterios de inclusión previamente descritos, en el periodo comprendido entre enero de 2022 a diciembre de 2022, en los cuales se encontraron las características sociodemográficas que se describen en la figura 1.

**Figura 1.- CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y CLÍNICAS (n=20)**

<i>Edad (meses)</i>	25 ± 27
<i>Género</i>	Hombres: 4 (20%) Mujeres: 16 (80%)
<i>Peso (kg)</i>	9 ± 5
<i>Superficie corporal (m2)</i>	0.44 ± 0.16
<i>Estancia en UTIP (días)</i>	8 ± 5
<i>Ventilación mecánica (días)</i>	4 ± 5
<i>Complicaciones</i>	Infecciosa: 9 (45%) Hemodinámica: 2 (10%) Otra: 1 (5%) Ninguna: 8 (40%)
<i>Diagnóstico</i>	CIV: 15 (75%) CIV + CIA: 5 (25%)
<i>RASCH-1</i>	2: 15 (75%) 4: 5 (25%)
<i>Desenlace</i>	Alta: 18 (90%) Muerte: 2 (10%)

\* Los valores se expresan en promedios ± DE.

Los pacientes correspondieron en su mayoría al sexo femenino (80%), y la totalidad de los pacientes (20) presentaban como diagnóstico de base comunicación interventricular, ya sea como diagnóstico exclusivo (75%) o acompañado de comunicación interauricular (25%). Llama la atención la presencia de complicaciones durante el periodo postquirúrgico en el 60% de los casos, siendo la infecciosa la más común de las mismas en un 45%, a pesar de las cuales la mortalidad fue del 10%. En los pacientes analizados el 75% contaban con un RASCH-1 de 2 (bajo riesgo de mortalidad) y el 25% con RASCH-1 de 4 (riesgo

moderado de mortalidad). El promedio de días de estancia en UTIP fue de 8 días, con un promedio de ventilación mecánica de 4 días.

Dentro de las características transquirúrgicas descritas en el análisis el promedio de circulación extracorpórea correspondió a 90 min, con tiempo de pinzado aórtico de 56 min, sin embargo, se realizó ultrafiltración modificada sólo en el 30% de los casos, con un ritmo de salida de circulación extracorpórea en sinusal en el 70% de los casos y nodal en el 30%. El resto de características quirúrgicas se presentan en la figura 2.

*Figura 2.- CARACTERÍSTICAS TRANSQUIRÚRGICAS* *n=20*

<i>Tiempo de circulación extracorpórea (minutos)</i>	90 ± 30
<i>Tiempo de pinzado aórtico (minutos)</i>	56 ± 22
<i>Cardioplejia</i>	Del Nido: 18 (90%) Custodiol: 2 (10%)
<i>Tensión arterial media en circulación extracorpórea (mmHg)</i>	57 ± 11
<i>Lactato máximo en circulación extracorpórea (mmol/l)</i>	2.7 ± 1.1
<i>Soporte cardiovascular farmacológico</i>	1 fármaco: 8 (40%) 2 fármacos: 9 (45%) >2 fármacos: 3 (15%)
<i>Sangrado transquirúrgico (ml)</i>	139 ± 104
<i>Transfusión de hemoderivados</i>	1 hemoderivado: 7 (35%) 2 hemoderivados: 7 (35%) >2 hemoderivados: 6 (30%)
<i>Balance hídrico (ml)</i>	-13 ± 185
<i>Ritmo de salida de circulación extracorpórea</i>	Sinusal: 14 (70%) Nodal: 6 (30%)
<i>Ultrafiltración modificada</i>	Sí: 6 (30%) No: 14 (70%)

\* Los valores se expresan en promedios ± DE.

En cuanto a las características postquirúrgicas se analizaron variables hemodinámicas clínicas, bioquímicas y ecocardiográficas a las 24 y 48 horas de su ingreso a la unidad de cuidados intensivos pediátricos, dentro de las cuales se encontró un incremento de la tensión arterial media a las 48 horas con respecto a

la primera medición dentro de las 24 horas estadísticamente significativa con un valor de *p* de 0.03, así como la disminución de lactato a las 48 horas con *p* 0.03. Las mediciones ecocardiográficas representativas de la función ventricular tanto izquierda como derecha no presentaron cambios significativos a las 48 horas con respecto a su medición inicial. Se encontró además que el 100% de los pacientes presentaron alguna insuficiencia valvular, ya sea tricuspídea de manera más frecuente, o mitral. las características postquirúrgicas de los pacientes operados en esta serie se resumen en la figura 3.

Figura 3.- CARACTERÍSTICAS POSTQUIRÚRGICAS

*n*=20

	24 horas	48 horas	Valor de P
<i>Ritmo cardiaco</i>	Sinusal: 16 (80%) Nodal: 4 (20%)	Sinusal: 17 (75%) Nodal: 3 (15%)	1.0
<i>Frecuencia cardiaca (lpm)</i>	119 ± 21	119 ± 20	0.96
<i>Tensión arterial media (mmHg)</i>	65 ± 13	69 ± 11	<b>0.034</b>
<i>Lactato máximo (mmol/L)</i>	2.1 ± 1.3	1.3 ± 0.5	<b>0.033</b>
<i>SopORTE cardiovascular farmacológico</i>	1 fármaco: 8 (40%) 2 fármacos: 9 (45%) >2 fármacos: 3 (15%)	1 fármaco: 10 (50%) 2 fármacos: 7 (35%) >2 fármacos: 3 (15%)	0.78
<i>Score inotrópico vasoactivo</i>	14 ± 16	12 ± 13	0.2
<i>FEVI</i>	45 ± 14	45 ± 15	0.8
<i>CAFvd</i>	31 ± 8	30 ± 5	0.8
<i>TAPSE</i>	7.2 ± 4	7.2 ± 3	0.9
<i>Insuficiencia valvular</i>	Tricuspídea: 16 (80%) Mitral: 3 (15%) Ninguna: 1 (5%)	Tricuspídea: 18 (90%) Mitral: 2 (10%) Ninguna: 0	0.51
<i>Balance hídrico (ml)</i>	-26 ± 154	45 ± 262	0.22
<i>Balance hídrico acumulado (ml)</i>	-41 ± 272	22 ± 435	0.26
<i>Uresis media horaria (ml/kg/h)</i>	2.7 ± 1.7	2.7 ± 1.5	0.8

\* Los valores se expresan en promedios ± DE.

Se valoró el grado de congestión venosa en estos 20 pacientes pediátricos mediante el score ultrasonográfico VExUS a las 24 y 48 horas de su ingreso a la unidad de cuidados intensivos pediátricos, de los cuales 25% presentaron algún grado de



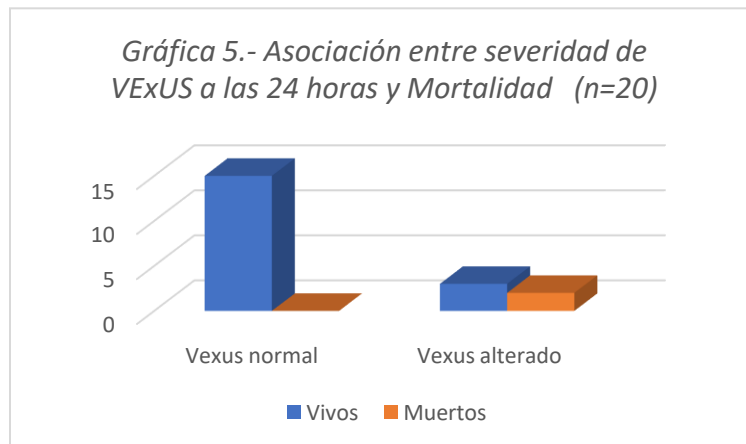
congestión venosa moderada-severa y el otro 75% se encontraban con un score de normalidad o afectación leve, sin encontrar cambios significativos en la clasificación de severidad en ambas mediciones. Llama la atención en estos pacientes la presencia de lesión renal aguda en el 30% de los casos a las 24 horas, con reducción a 25% a las 48 horas, sin encontrarse estadísticamente significativo, con un valor de p 1.0. El resto de los resultados se describen en la figura 4.

Figura 4.- CARACTERÍSTICAS POSTQUIRÚRGICAS (VExUS) n=20

	24 horas	48 horas	Valor de P
<i>VExUS (Grado)</i>	0= 3 (15%) 1= 12 (60%) 2= 3 (15%) 3= 2 (10%)	0= 3 (15%) 1= 12 (60%) 2= 3 (15%) 3= 2 (10%)	1.0
<i>IDVC</i>	Normal: 3 (15%) Afectado: 17 (85%)	Normal: 2 (10%) Afectado: 18 (90%)	1.0
<i>Suprahepático</i>	Normal: 4 (20%) Levemente anormal: 13 (65%) Severamente anormal: 3 (15%)	Normal: 2 (10%) Levemente anormal: 14 (70%) Severamente anormal: 4 (20%)	0.65
<i>Portal</i>	Normal: 7 (35%) Levemente anormal: 9 (45%) Severamente anormal: 3 (15%)	Normal: 12 (60%) Levemente anormal: 5 (25%) Severamente anormal: 3 (15%)	0.29
<i>Renal</i>	Normal: 12 (60%) Levemente anormal: 7 (35%) Severamente anormal: 1 (5%)	Normal: 13 (65%) Levemente anormal: 5 (25%) Severamente anormal: 2 (10%)	0.70
<i>Diurético</i>	1: 10 (50%) 2 o más: 10 (50%)	1: 6 (30%) 2 o más: 14 (70%)	0.19
<i>Aporte hídrico</i>	Restringido: 17 (75%) Libre: 3 (15%)	Restringido: 10 (50%) Libre: 10 (50%)	<b>0.018</b>
<i>Urea (mg/dL)</i>	42 ± 27	47 ± 32	0.2
<i>Creatinina (mg/dL)</i>	0.4 ± 0.1	0.39 ± 0.1	0.6
<i>Lesión renal aguda</i>	Sí: 6 (30%) No: 14 (70%)	Sí: 5 (25%) No: 15 (75%)	0.72
<i>Terapia de reemplazo renal</i>	Sí: 5 (25%) No: 15 (75%)	Sí: 5 (25%) No: 15 (75%)	1.0

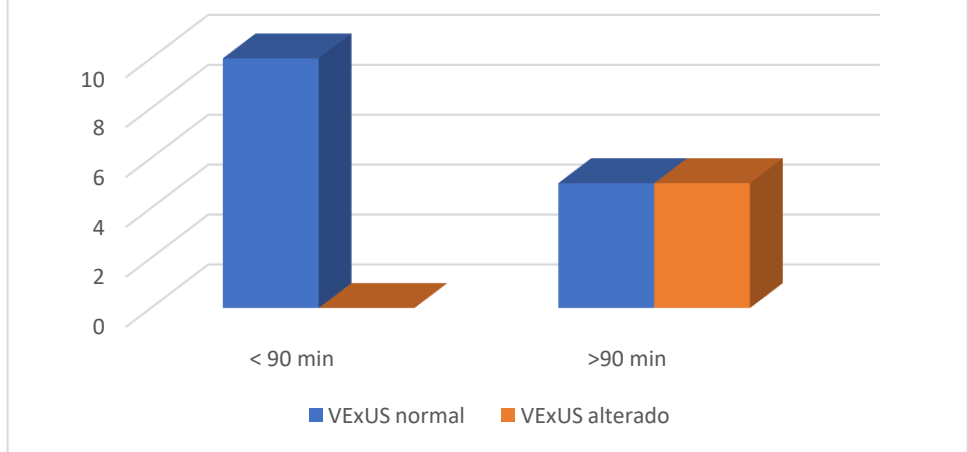
\* Los valores se expresan en promedios ± DE.

En el análisis comparativo entre la severidad de VExUS y las variables clínicas encontramos que, del total de la muestra, 5 pacientes presentaron VExUS anormal dentro de las primeras 24 horas (clasificado como un Score VExUS 2 o 3), de los cuales 2 pacientes, correspondientes al 10% del total fallecieron, encontrando una asociación estadísticamente significativa entre ambos parámetros, con un valor de  $p$  de 0.05 con un OR de 1.67 (gráfica 5).



En cuanto al análisis correspondiente a la asociación de VExUS en las primeras 24 horas y el tiempo de circulación extracorpórea encontramos 10 pacientes (50%) que presentaron tiempo de circulación extracorpórea menor a 90 minutos, y de ellos todos mostraron un VExUS normal, el otro 50% tuvieron tiempo de circulación extracorpórea mayor a 90 minutos, de los cuales 5 (25%) mostraron un VExUS normal y los otros 5 (25%) un VExUS alterado (Gráfica 6); encontrando una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de circulación extracorpórea mayor a 90 min con la presencia de Score VExUS alterado (2 o 3) dentro de las primeras 24 horas, con un valor de  $p$  de 0.03.

Gráfica 6.- Asociación entre severidad de VExUS a las 24 horas y tiempo de circulación extracorpórea (n=20)



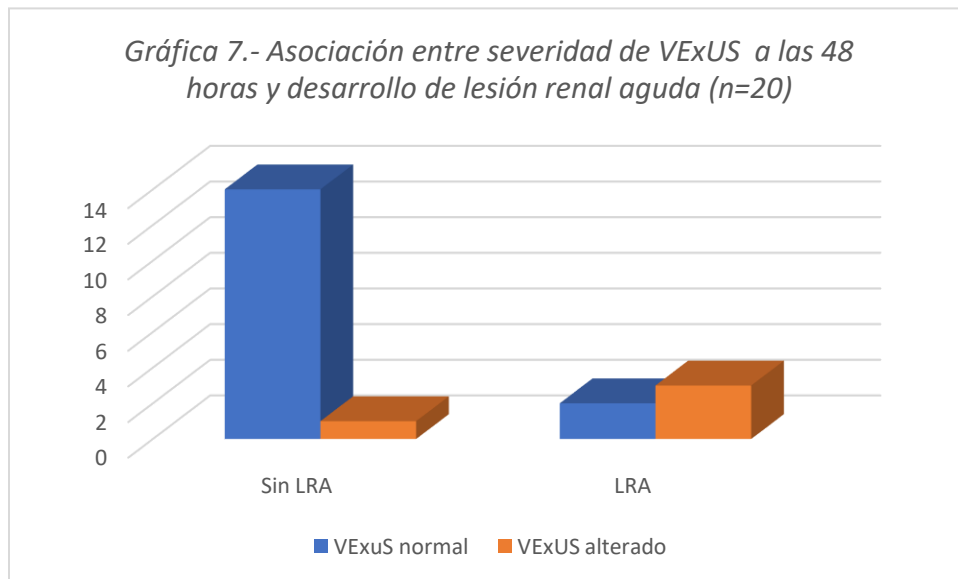
Para el resto de variables clínicas como días de estancia hospitalaria, días de ventilación mecánica, función cardíaca tanto derecha como izquierda, presencia de lesión renal aguda, realización de ultrafiltración modificada, índice de sobrecarga hídrica y tiempo de pinzado aórtico no se encontró asociación estadísticamente significativa con la severidad de VExUS dentro de las primeras 24 horas. El análisis comparativo completo se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.- ASOCIACIÓN ENTRE SEVERIDAD DE VEXUS A LAS 24 HORAS Y VARIABLES CLÍNICAS (n=20)**

Variable	Subtipo	Vexus normal	VExUS anormal	Total	Valor de P
Estancia hospitalaria	< 5 días	8 (40%)	0	8	0.24
	> 6 días	9 (45%)	3 (15%)	12	
Ventilación mecánica	< 4 días	9 (45%)	1 (5%)	10	0.11
	> 5 días	6 (30%)	4 (20%)	10	
Función ventrículo izquierdo	> 40%	4 (20%)	1 (5%)	5	1
	< 40%	11 (55%)	4 (20%)	15	
Función ventrículo derecho	> 26%	11 (55%)	4 (20%)	15	1
	< 25%	4 (20%)	1 (5%)	5	
Muerte	No	15 (75%)	3 (15%)	18	0.05 (OR 1.67)
	Sí	0	2 (10%)	2	
Lesión renal aguda	No	13 (65%)	2(10%)	15	0.07
	Sí	2 (10%)	3(15%)	5	
Ultrafiltración modificada	No	13(65%)	3(15%)	16	1
	Sí	3 (15%)	1 (5%)	4	
Índice de sobrecarga hídrica (%)	< 5%	15 (75%)	4 (20%)	19	1
	> 5%	1 (5%)	0	1	
Circulación extracorpórea	< 90 min	10 (50%)	0	10	0.03 (OR indefinido)
	> 90 min	5 (25%)	5 (25%)	10	
Pinzado aórtico	< 60 min	8 (40%)	3 (15%)	11	1
	> 60 min	7 (35%)	2 (10%)	9	

Para la asociación de la severidad del score VExUS a las 48 horas con lesión renal aguda encontramos que de los pacientes que desarrollaron lesión renal aguda a las

48 horas, 2 (10%) se presentaron con un score VExUS normal a las 48 horas y 3 (15%) presentaron un score VExUS alterado, mientras que de los que no la desarrollaron a las 48 horas, 14 (70%) tenían un score VExUS normal y 1(5%) un score VExUS alterado, encontrando una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de VExUS alterado a las 48 horas y el desarrollo de lesión renal aguda a las 48 horas, con un valor de  $p$  de 0.03 con un OR de 21 (gráfica 7).



Para las variables clínicas como días de estancia hospitalaria, días de ventilación mecánica, función cardíaca tanto derecha como izquierda, realización de ultrafiltración modificada, índice de sobrecarga hídrica, tiempo de circulación extracorpórea y tiempo de pinzado aórtico no se encontró asociación estadísticamente significativa con la severidad de VExUS a las 48 horas. El análisis comparativo completo se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.- ASOCIACIÓN ENTRE SEVERIDAD DE VEXUS A LAS 48 HORAS Y VARIABLES CLÍNICAS (n=20)**

		Vexus normal	VExUS alterado	Total	valor de P
Estancia hospitalaria	< 5 días	8 (40%)	0	8	0.11
	> 6 días	8 (40%)	4 (20%)	12	
Ventilación mecánica	< 4 días	10 (50%)	0	10	0.08
	> 5 días	6 (30%)	4 (20%)	10	
Función ventrículo izquierdo	> 40%	3 (15%)	1 (5%)	4	1
	< 40%	13 (65%)	3 (15%)	16	
Función ventrículo derecho	> 26%	16 (80%)	2 (10%)	18	1
	< 25%	2(10%)	0	2	
Lesión renal aguda	No	14 (70%)	1 (5%)	15	0.03 (OR 21)
	Sí	2 (10%)	3(15%)	5	
Ultrafiltración modificada	No	12(60%)	2 (10%)	14	0.1
	Sí	3 (15%)	3 (15%)	6	
Índice de sobrecarga hídrica (%)	< 5%	13 (65%)	4 (20%)	17	1
	> 5%	3 (15%)	0	3	
Circulación extracorpórea	< 90 min	10 (50%)	0	10	0.08
	> 90 min	6 (30%)	4 (20%)	10	
Pinzado aórtico	< 60 min	9 (45%)	2 (10%)	11	1
	> 60 min	7 (35%)	2 (10%)	9	

## **DISCUSIÓN**

La comunicación interventricular representa la cardiopatía congénita más frecuente a nivel mundial, su prevalencia es de 8-10 por cada 1000 recién nacidos. En su forma aislada representa aproximadamente el 20% de todas las cardiopatías congénitas (38). Su tratamiento puede ser médico, paliativo, quirúrgico y rehabilitador. La mortalidad quirúrgica se encuentra entre 2-5%. El advenimiento de la ultrasonografía en la medicina crítica pediátrica ha permitido complementar la monitorización hemodinámica en estos pacientes.

En un estudio realizado en Yucatán por Castillo Espinola, et. al en pacientes pediátricos operados por cardiopatía congénita de noviembre de 2011 a noviembre de 2013 se reportó como complicación postquirúrgica más comúnmente la etiología infecciosa como presencia de sepsis nosocomial en el 7.1% de los pacientes y neumonía nosocomial en el 2.4%; (39) mientras que en la Ciudad de México Castro Rodríguez Et. al en una cohorte retrospectiva de 64 pacientes de 2009 a 2013 de pacientes postquirúrgicos de comunicación interventricular las complicaciones infecciosas se reportaron en el 11.1%, después de la complicación más frecuente reportada que correspondió a causas hemodinámicas (40). En Argentina por su parte en el estudio realizado por Becerra et al en 256 pacientes postquirúrgicos de cierre de comunicación interventricular entre 2004 y 2011 la frecuencia de complicaciones infecciosas se encontró en el 12.5% de los casos, correspondiendo a la etiología más frecuente (41). En nuestro estudio encontramos complicaciones infecciosas en el 45% de los casos, con una frecuencia superior a la reportada en estudios previamente referidos, probablemente secundario al incremento en la estancia hospitalaria y días de ventilación mecánica de la misma manera encontradas en nuestro estudio, que proporcionan un incremento en el riesgo de infecciones de origen nosocomial.

En cuanto a las variables transquirúrgicas en los pacientes pediátricos postquirúrgicos de comunicación interventricular se reportó en el estudio realizado por Castro Rodríguez, et al, una mediana de 80 minutos para el tiempo de

circulación extracorpórea y de 46 minutos para el pinzamiento aórtico (40), mientras que Becerra et al en Argentina reportan una mediana de 67 min de circulación extracorpórea y de 47 minutos para el pinzamiento aórtico (41). De la misma manera Castillo Espinola en su estudio realizado en Yucatán en pacientes con comunicación interventricular simple describe un tiempo de circulación extracorpórea con mediana de 50 min y de pinzamiento aórtico de 33, mientras que para las CIV acompañadas de otras malformaciones corregidas durante mismo procedimiento quirúrgico la mediana de tiempo de circulación extracorpórea fue de 118 min, y de pinzamiento aórtico de 91 minutos (39). En nuestro estudio encontramos una mediana de CEC de 90 min, con pinzamiento aórtico de 56 min, las cuales son superiores a las reportadas en otros estudios, creemos que puede explicarse debido a que en aquéllos estudios se realizó separación de grupos para comunicación interventricular asociada a otro tipo de defectos cardíacos, mientras que las medianas reportadas en nuestro estudio corresponden tanto a CIV "simples", como a las acompañadas además por una comunicación interauricular, ya que en aquéllos pacientes reportados como CIV complejas por Castillo Espinola, et. al, las medianas de CEC y de pinzamiento aórtico son superiores a las nuestras (39).

El promedio de días de estancia hospitalaria y de ventilación mecánica son factores habitualmente predecibles de adecuada evolución postquirúrgica; en la Ciudad de México Castro Rodríguez describe en pacientes de las mismas características a las de nuestro estudio, una mediana de 12 horas para ventilación mecánica y de 3 días para la estancia en terapia intensiva pediátrica (39). Mientras que Becerra et al en Argentina reportan una mediana de 2 días para la ventilación mecánica y 6 días para la estancia hospitalaria (41). Nosotros encontramos una mediana de ventilación mecánica de 4 días y de 8 días para la estancia hospitalaria superiores a las reportadas en otros centros.

En cuanto a la mortalidad, en el estudio realizado en Yucatán por Castillo Espinola, reportaron una mortalidad global del 11% en pacientes sometidos a corrección de cardiopatía congénita (39), por su parte en Argentina Becerra reportó una mortalidad del 3% en pacientes postquirúrgicos exclusivamente de comunicación



interventricular (41). En España García Hernández et al, reportó mortalidad del 13.4% en el postoperatorio de cardiopatías congénitas en 186 niños (42). En nuestro estudio la mortalidad reportada fue del 10%, similar a la de otros centros del país, y de España, sin embargo, superior a la reportada en Latinoamérica, por lo que es de suma importancia señalar que en nuestro estudio se contó con una cantidad menor de pacientes a la cohorte latinoamericana comparada, sin embargo se encontró una significancia estadística de mortalidad y su asociación con un score VExUS alterado en las primeras 24 horas del postquirúrgico, con un valor de  $p$  de 0.05 con un OR de 1.67, hasta el momento no existe estudios en niños que describan dicha asociación.

Respecto al grado de congestión venosa Menéndez Et al evaluaron en España a 33 niños críticamente enfermos con ultrasonido para evaluarla y su relación con la presión venosa central, sin embargo no reportan por separado el porcentaje de afectación de acuerdo al score VEXUS (43), de la misma manera Rodríguez Portelles et al en Argentina analizaron la congestión venosa mediante ultrasonido en 50 pacientes pediátricos críticos, buscando también su asociación con la PCV, sin reportar el grado de congestión venosa encontrado por sí sólo, además de que los pacientes se reportan como críticos, sin especificar si corresponden a pacientes postquirúrgicos o de condición cardíaca (44). De la misma manera en Córdoba Banille et al determinaron el grado de congestión venosa por ultrasonido en una paciente con anomalía de Ebstein en el 2021. En nuestro estudio encontramos un grado de congestión venosa leve en el 60% de nuestros pacientes, congestión venosa moderada en el 15% y congestión venosa severa en el 10% de los pacientes analizados mediante ultrasonografía con el protocolo VExUS (45), dichos resultados no son posibles compararlos ya que no se han reportado estudios hasta el momento en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca más que el previamente referido por Banille en una sola paciente.

La asociación de la severidad de VExUS y el desarrollo de lesión renal aguda fue descrito por Rodríguez Portelles et al en su estudio realizado en 50 pacientes pediátricos en una UCI de Cuba en donde encontró una fuerte correlación del grado

de congestión venosa severa determinada por VExUS con el desarrollo de lesión renal aguda con un valor de  $p$  0.001 (44), al igual que en nuestro estudio se encontró asociación estadísticamente significativa entre la severidad del VExUS a las 48 horas del estado postquirúrgico de cirugía cardíaca y el desarrollo de lesión renal aguda; tanto nuestro estudio como el de Rodríguez Portelles son los únicos que han descrito estos factores en pacientes pediátricos y en ambos se encontró una asociación significativa, concordante con estudios realizados en adultos, por lo que sugiere una adecuada utilidad del score VExUS en la predicción de estos resultados.

## CONCLUSIONES

- El 80% de los pacientes de nuestra muestra fueron mujeres, con una mediana de edad de 25 meses, y peso de 9 kg. El 75% tenían una comunicación interventricular aislada y 25% comunicación interventricular más comunicación auricular.
- El grado de congestión venosa leve se presentó en el 60% de los pacientes, congestión venosa moderada en el 15% y congestión venosa severa en el 10% de los pacientes analizados mediante ultrasonografía con el protocolo VExUS en nuestros pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardiaca con corrección biventricular en las primeras 24 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica.
- La determinación de congestión venosa a las 48 horas, resultó sin cambios significativos respecto a la medición inicial: el grado de congestión venosa leve se presentó en el 60% de nuestros pacientes, la congestión venosa moderada en el 15% y la congestión venosa severa en el 10% de los pacientes analizados mediante ultrasonografía con el protocolo VExUS en nuestros pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardiaca con corrección biventricular a las 48 horas de su ingreso a la unidad de terapia intensiva pediátrica.
- La mortalidad fue del 10%, con una asociación estadísticamente significativa con el grado de congestión venosa moderada y severa evaluadas mediante protocolo VExUS determinadas por un score 2 y 3 durante las primeras 24 horas del postquirúrgico de cirugía cardiaca con corrección biventricular.
- Los días de ventilación mecánica, días de estancia en UCI, la función ventricular tanto derecha como izquierda no mostraron asociación significativa con el grado de congestión venosa evaluado por VExUS.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tijo AB, Ávila AA. Utilidad de la ultrasonografía en la atención de urgencias pediátricas. *Pediatría (Santiago)*. 2015;48(4):94–100.
2. Yildizdas D, Aslan N. A new stethoscope for pediatric intensivists: Point-of-care ultrasound. *Turkish Arch Pediatr*. 2020;55(December):345–53.
3. O'Brien AJ, Brady RM. Point-of-care ultrasound in paediatric emergency medicine. *J Paediatr Child Health*. 2016;52(2):174–80.
4. Ochoa Solana AL. Monitorización hemodinámica en cuidado intensivo. *Acta Colomb Cuid Intensivo [Internet]*. 2015;15(2):109–18. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acci.2015.02.004>
5. Gist KM, Selewski DT, Brinton J, Menon S, Goldstein SL, Basu RK. Assessment of the independent and synergistic effects of fluid overload and acute kidney injury on outcomes of critically ill children. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;170–7.
6. Sinitsky L, Walls D, Nadel S, Inwald DP. Fluid Overload at 48 Hours Is Associated With Respiratory Morbidity but Not Mortality in a General PICU: Retrospective Cohort Study. *Pediatr Crit Care Med*. 2015;16(3):205–9.
7. Flores-González JC, Valladares CM, Yun Castilla C, Mayordomo-Colunga J, Quesada SP, Martín Delgado CM, et al. Association of Fluid Overload with Clinical Outcomes in Critically Ill Children with Bronchiolitis: Bronchiolitis en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (BRUCIP) Study\*. *Pediatr Crit Care Med*. 2019;20(3):E130–6.
8. Arikan AA, Zappitelli M, Goldstein SL, Naipaul A, Jefferson LS, Loftis LL. Fluid overload is associated with impaired oxygenation and morbidity in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(3):253–8.
9. Chen J, Li X, Bai Z, Fang F, Hua J, Li Y, et al. Association of fluid accumulation with clinical outcomes in critically ill children with severe sepsis. *PLoS One*. 2016;11(7):1–17.
10. Alobaidi R, Morgan C, Basu RK, Stenson E, Featherstone R, Majumdar SR, et al. Association between fluid balance and outcomes in critically ill children:

- A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2018;172(3):257–68.
11. Nieto ORP, Wong A, Fermín JL, López EIZ, Aguilar JAM, Tomas ED, et al. Aiming for zero fluid accumulation: First, do no harm. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2021;53(2):162–78.
  12. Alobaidi R, Basu RK, Decaen A, Joffe AR, Lequier L, Pannu N, et al. Fluid Accumulation in Critically Ill Children. *Crit Care Med.* 2020;48(7):1034–41.
  13. Goldstein SL, Currier H, Graf JM, Cosio CC, Brewer ED, Sachdeva R, et al. Outcome in Children Receiving Continuous Venovenous Hemofiltration. *Pediatrics.* 2001;107(6):1309–12.
  14. Raina R, Sethi SK, Wadhvani N, Vemuganti M. Fluid Overload in Critically Ill Children. *Front Pediatr.* 2018;6(October).
  15. Sutherland SM, Zappitelli M, Alexander SR. Fluid Overload and Mortality in Children Receiving Continuous Renal Replacement Therapy: The Prospective Pediatric Continuous Renal. *Am J Kidney Dis [Internet].* 2010;55(2):316–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.10.048>
  16. Gillespie RS, Seidel K, Symons JM. Effect of fluid overload and dose of replacement fluid on survival in hemofiltration. *Pediatr Nephrol.* 2004;19:1394–9.
  17. Foland JA, Fortenberry JD, Warshaw BL, Pettignano R, Merritt RK, Heard ML, et al. Fluid overload before continuous hemofiltration and survival in critically ill children: A retrospective analysis\*. *Crit Care Med.* 2004;32(8):1771–6.
  18. Krispinsky LT, Stark RJ, Parra DA, Luan L, Bichell DP, Pietsch JB, et al. Endothelial-Dependent Vasomotor Dysfunction in Infants After Cardiopulmonary Bypass. *Pediatr Crit Care Med.* 2019;20(30):1–8.
  19. Whiting D, Yuki K. Cardiopulmonary bypass in the pediatric population. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol [Internet].* 2015;29(2):241–56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpa.2015.03.006>
  20. Hazle MA, Gajarski RJ, Yu S, Donohue J, Blatt NB. Fluid Overload in Infants Following Congenital Heart Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2013;14(1):44–

9.

21. Nieto-pérez OR, Sánchez-díaz JS, Solórzano-guerra A, Márquez- E, García-parra OF, Zamarrón-lópez EI, et al. Fluidoterapia intravenosa guiada por metas. *Med interna México*. 2019;35(2):235–50.
22. Fernando J, Boo G. Entendiendo la insuficiencia cardíaca. *Arch Cardiol México*. 2006;76(4):431–47.
23. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavia A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Med intensiva [Internet]*. 2012;36(1):45–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2011.04.005>
24. Esper RC, Velasco RT, Talamantes YG, Aguirre EG. Evaluación de la precarga y respuesta a volumen mediante ultrasonografía de la vena cava. *Rev la Asoc Mex Med crítica y Ter intensiva*. 2015;XXIX(2):105–12.
25. Eijk LT Van, Servaas S, Slagt C, Malagon I. Predicting fluid responsiveness Does it answer the right question? *Eur J Anaesthesiol*. 2021;38:449–51.
26. Berlin DA, Bakker J. Starling curves and central venous pressure. *Crit Care*. 2015;19(55):1–7.
27. Torres PC, Montelongo FDJ, Arturo J, López N, Domínguez AC. Eficacia y seguridad de la técnica de colocación de catéter de arteria pulmonar guiado por ultrasonido. *Med crítica*. 2018;32(2):76–84.
28. Jozwiak M, Monnet X, Teboul J. Prediction of fluid responsiveness in ventilated patients. *Ann Transl Med*. 2018;6(18):1–11.
29. Lee J, Kim E, Jang Y, Kim H, Kim J. Fluid responsiveness in the pediatric population. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72(5):429–40.
30. Monnet X, Marik PE, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness : an update. *Ann Intensive Care*. 2016;6:1–11.
31. González-chon O, Arias-sánchez EA, García-lópez SMC, Arriaga-gracia J. Monitoreo hemodinámico basado en la variación de la presión presión del pulso : Sustento fisiológico y perspectiva. *Artemisa*. 2008;15(2):112–8.
32. Tusman G, Bohm SH, Suarez-sipmann F. Advanced Uses of Pulse Oximetry for Monitoring Mechanically Ventilated Patients. *Anesth Analg*.

- 2016;30(30):1–10.
33. Shi R, Monnet X, Teboul J. Parameters of fluid responsiveness. *Curr Opin.* 2020;26(3):319–26.
  34. Monnet X, Teboul J. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid! *Crit care.* 2015;19(1):1–3.
  35. Monnet X, Teboul J. Prediction of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients. *Ann Transl Med.* 2020;8(12):1–10.
  36. Koratala A. Point of care venous Doppler ultrasound: Exploring the missing piece of bedside hemodynamic assessment. *World J Crit Care Med.* 2021;10(6):310–21.
  37. Alberto M, Gutiérrez G, Carlos J, Aldama G, Rubén O, Nieto P, et al. Ultrasound evaluation of venous congestion. *Rev Chil Anest.* 2021;825–32.
  38. M. Guía J, Bosch V, J. Castro F, Téllez C, Mercader B, Gracián M. Factores Influyentes en la evolución de la mortalidad de las cardiopatías congénitas. estudio sobre 1.216 niños en la Comunidad Autónoma de Murcia (1978-1990). *Revista Española de Cardiología.* 2001;54(3):299–306.
  39. Castillo-Espinola A, Velázquez-Ibarra A, Zetina-Solórzano A, Bolado-García P, Gamboa-López G. Morbilidad posquirúrgica en pacientes pediátricos operados por cardiopatías congénitas en la UMAE de Yucatán. *Archivos de Cardiología de México.* 2018;88(1):1–8.
  40. Rodríguez COC, Hernández LR. Factores pronóstico de morbilidad posquirúrgica en pacientes pediátricos con comunicación interventricular aislada. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social.* 2015Sep1;23:S324–32.
  41. Verónica Becerra, Gladys Salgado, Maria Althabea. Cierre de Comunicación interventricular en menores de un año en un hospital público. *Archivos Argentinos de Pediatría.* 2014 Aug 6;6:548–52.

42. García-Hernández JA, Benítez-Gómez IL, Martínez-López AI, Praena-Fernández JM, Cano-Franco J, Loscertales-Abril M. Marcadores pronósticos de mortalidad en el postoperatorio de las cardiopatías congénitas. *Anales de Pediatría*. 2012;77(6):366–73.
43. Menéndez-Suso JJ, Rodríguez-Álvarez D, Sánchez-Martín M. Feasibility and utility of the venous excess ultrasound score to detect and grade central venous pressure elevation in critically ill children. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2022;42(1):211–20.
44. Rodriguez Portelles AC, Ponce J, Rojas Flores DP, Llano Lopez L, Cespedes Romulo AM, Vázquez ME. PP362 [combined organ systems » other]: The ultrasound determination of pediatric venous congestion. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2022;23(2).
45. Edgardo E, Haycock K, Iriarte M, Peirone A, Contreras A, Muñoz F, et al. Usefulness of vexus in a pediatric patient with Ebstein's anomaly. *Revista Chilena de Anestesia*. 2022;51(2):221–4.



## ANEXOS:

### Anexo 1. Hoja de recolección de datos

#### HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

#### EVALUACIÓN DE LA CONGESTIÓN VENOSA POR ULTRASONIDO MEDIANTE PROTOCOLO VEXUS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS POSTQUIRÚRGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA CON CORRECCIÓN BIVENTRICULAR EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL

DEMOGRAFICOS	
NOMBRE: (AP AM N)	
AFILIACION:	
EDAD:	PESO:
SEXO:	SC
INGRESO: (DD/MM/AAAA)	EGRESO: (DD/MM/AAAA)
COMPLICACIÓN	1.- Infecciosa, 2.-Hemodinamica, 3.-Ventilatoria, 4.-Otra
DESENLACE	1.- Alta, 2.- Muerte

PREQUIRURGICOS	
DIAGNOSTICO	1 = CIA, 2 = CIV, 3 = Fallot, 4 = CVAVP, 5. CIA +CIV
RASCH	1,2,3,4,5,6
INFECCION	Si/no
ANTIBIOTICO	Si/no
AMINAS	Si/no

QUIRURGICOS			
TIEMPO CEC: (min)	TIEMPO PINZADO AO: (min)	CARDIOPLEJIA TIPO:	
TAM EN CEC:	LACTATO MAX en CEC:	AMINAS TRANSQX: 1= adrena, 2= norepi, 3 = milri, 4= levo, 5 = dobuta	SANGRADO: HEMODERIVADOS: 1 = CE, 2= CP, 3 = PFC, 4 = otros
BH:	RITMO de salida de CEC 1 = sinusal, 2= supraventricular, 3 = ventricular, 4= otros	MUF: Si/no	

PARAMETRO PROMEDIO	24 H	48 H
FRECUENCIA		
RITMO	1 = sinusal 2= supraventricular 3 = nodal, 4= otros	1 = sinusal 2= supraventricular 3 = nodal, 4= otros
TAM		
LACTATO MAX		
SOPORTE HEMODINAMICO:	1=ADRENALINA	1=ADRENALINA
	2= NOREPINEFRINA	2= NOREPINEFRINA
	3= MILRINONA	3= MILRINONA

	4= LEVOSIMENDAN	4= LEVOSIMENDAN
	5= DOBUTAMINA	5= DOBUTAMINA
SCORE INOT/VASOP		
FE		
CAFVD		
TAPSE		
INSUFICIENCIA VALVULAR	1= Tricuspidea 2= Mitral 3= Pulmonar 4 = Aórtica	1= Tricuspidea 2= Mitral 3= Pulmonar 4 = Aórtica
GRADIENTE MÁXIMO DE INSUFICIENCIA VALVULAR		
BH		
UMH		
VEXUS		
IDVCI:	0= Normal 1= Afectado	0= Normal 1= Afectado
SUPRAHEPÁTICO	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal
PORTAL	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal
RENAL	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal	0= Normal 1= levemente anormal 2=severamente anormal
UREA		
CREATININA		
PEEP		
FIO2		
EXTUBADO	1.- SI, 2.- NO	1.- SI, 2.- NO
AKI	0=no, 1=1, 2=2, 3=3	0=no, 1=1, 2=2, 3=3
DIURÉTICO	1.- Furosemida, 2= Espironolactona, 3 = Hidroclorotiazida, 4= > 2	1.- Furosemida, 2= Espironolactona, 3 = Hidroclorotiazida, 4= > 2
TRR	1.- TRRLC, 2. DP, 3.- Otra	1.- TRRLC, 2. DP, 3.- Otra
APORTE HÍDRICO	Restringido (<80%) 2=Libre (>80%)	Restringido (<80%) 2=Libre (>80%)

## Anexo 2.- Carta de dispensa de consentimiento



Fecha: 01/06/2022

### SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación: "Evaluación de la congestión venosa por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel", es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

Nombre, peso, RASCH-1, antibiótico, infección, soporte cardiovascular, tiempo circulación extracorpórea, tiempo pinzado aórtico, cardioplejia, sangrado, ritmo cardíaca, tensión arterial media, realización de ultrafiltración modificada, frecuencia cardíaca, lactato, Score inotropico vasoactivo, edad, género, balance hídrico acumulado al ingreso, balance hídrico acumulado al egreso, aporte hídrico, días de estancia en UTIP, complicación asociada, uso de diurético, desenlace, fracción de eyección, cambio de área fraccional del ventrículo derecho, TAPSE, insuficiencia valvular, gradiente máximo de insuficiencia valvular, distensibilidad de la vena cava inferior, doppler de la vena suprahepática, doppler de la vena portal, doppler de la vena renal, urea, creatinina, PEEP, Fio2, extubación, lesión renal aguda, diurético, terapia de reemplazo renal.

#### a) MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo Evaluación de la congestión venosa por ultrasonido mediante protocolo VExUS en pacientes pediátricos postquirúrgicos de cirugía cardíaca con corrección biventricular en una unidad de tercer nivel", cuyo propósito es producto tesis.





GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



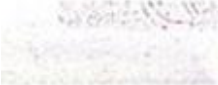
Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente:

Nombre: **Marco Emmanuel Jiménez Texcalpa**

Categoría contractual: Médico de Alta especialidad en Medicina del enfermo pediátrico en estado crítico.

Investigador responsable.



### **Anexo 3.- Carta de confidencialidad.**

#### **Anexo 3.- CARTA DE CONFIDENCIALIDAD**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CMNO**

Comité de ética en investigación 1302

PRESENTE:

Guadalajara, Jalisco a 20.10.2022

Los investigadores: Esp. En pediatría y medicina del paciente pediátrico en estado crítico Marco Emanuel Jimenez Texcalpa y Ana Herlinda Suárez Pérez, residente del segundo año de la subespecialidad en medicina del paciente pediátrico en estado crítico y autores del proyecto "EVALUACIÓN DE LA CONGESTIÓN VENOSA POR ULTRASONIDO MEDIANTE PROTOCOLO VEXUS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS POSTQUIRÚRGICOS DE CIRUGÍA CARDIACA CON CORRECCIÓN BIVENTRICULAR EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL", nos comprometemos a resguardar y no hacer mal uso de: documentos, expedientes, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencias, acuerdos, archivos físicos y/o electrónicos de la información recabada, estadística o bien de cualquier otro tipo de registro o información relacionada con el estudio a mi cargo o en el cual participo como director de tesis y tesista-investigador, respectivamente, así como no infundir, distribuir o comercializar, con los datos personales contenidos en los sistemas de información desarrollados en la ejecución del mismo.

Estando en conocimiento que en caso de no cumplimiento se procederá acorde a sanciones civiles, penales o administrativas que proceden de conformidad con lo dispuesto en la ley federal de transparencia y acceso a la información pública gubernamental, la ley federal de protección de datos personales en posesión de particulares y código penal del estado de Jalisco.



Atentamente:

Marco Emanuel Jiménez Texcalpa

Director de tesis/investigador principal.