



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**



**UMAE HOSPITAL DE PEDIATRIA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI**

**El balance hídrico positivo postquirúrgico como factor asociado a la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.**

Tesis para obtener la especialidad de pediatría presenta

**ALUMNO:**

Dr. Jaime Cruz Butrón

Médico Residente de especialización en Pediatría Médica con sede en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI

**TUTOR:**

Dr. Héctor Jaime González Cabello

Jefe de Servicio Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Tel 5556276900 Ext 21932. Correo electrónico: hector.gonzalezc@imss.gob.mx

**COTUTOR:**

Dra. Isabel Znaya Ramírez Flores

Médico adscrito Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI Tel 5556276900 Ext 22366. Correo electrónico: znaya\_7@hotmail.com



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.

## ÍNDICE

	Página
Resumen: .....	3
Antecedentes:.....	4
Planteamiento de problema .....	14
Pregunta de investigación.....	15
Hipótesis.....	15
Objetivos.....	15
Justificación .....	16
Metodología.....	17
Variables.....	18
Descripción general del estudio .....	26
Análisis estadístico .....	26
Aspectos éticos.....	27
Resultados.....	29
Conclusiones .....	38
Bibliografía.....	40
Anexo 1:hoja de recolección de datos .....	43

## RESUMEN:

**El balance hídrico positivo postquirúrgico como factor asociado a la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.**

**Cruz-Butrón J, Ramirez-Flores IZ, González-Cabello HJ**

**INTRODUCCIÓN:** Diversos estudios realizados en poblaciones pediátricas en estado crítico han demostrado que un balance hídrico positivo está asociado a un incremento de la mortalidad y a peores resultados (incremento en los días de ventilación mecánica y de estancia en una Unidad de Cuidados Intensivos), sin embargo, son pocos los estudios que abordan esta problemática en niños sometidos a cirugía cardíaca y muchos menos los realizados en recién nacidos.

**OBJETIVO:** Investigar si existe la asociación entre el balance hídrico positivo postquirúrgico y la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea. (CEC)

**DISEÑO:** Estudio observacional de casos y controles, retrospectivo, comparativo y analítico

**MATERIALES Y MÉTODOS:** se incluyeron 60 recién nacidos con diagnóstico de cardiopatía congénita crítica ingresados a la UCIN del HPCMNSXXI en el periodo comprendido de enero 2018 a diciembre 2019 y que fueron intervenidos de cirugía cardíaca que requirió CEC,

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO:** Frecuencias simples y proporciones, así como medidas de tendencia central y dispersión, además de pruebas paramétricas y no paramétricas correspondientes, Análisis bivariado para evaluar asociaciones y análisis de regresión logística para controlar variables confusoras.

**RESULTADOS Y CONCLUSIONES:** Se encontró que un balance hídrico acumulado porcentual  $>13\%$  a las 72h postquirúrgicas se asoció a la mortalidad en los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren CEC con un OR de 1.20 con IC 95% (1.1 , 1.4). Un balance hídrico acumulado porcentual  $>5\%$  a las 48h postquirúrgicas se asocia a una ventilación mecánica prolongada mayor a 5 días en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren CEC. No se encontró asociación del balance hídrico acumulado porcentual y la estancia en UCIN prolongada mayor a 10 días.

## ANTECEDENTES:

Las cardiopatías congénitas son defectos estructurales del corazón y de los grandes vasos con importancia funcional, que se presenta en los recién nacidos. Alrededor de un tercio de los recién nacidos con malformaciones congénitas tendrá una cardiopatía congénita. En Estados Unidos alrededor de 40,000 recién nacidos presentan una cardiopatía congénita cada año, de los cuales un 25% requerirá cirugía o procedimiento intervencionista durante el primer año de vida.(1)

En diferentes áreas geográficas se ha estimado su incidencia alrededor de 8 por cada 1000 nacidos vivos. En Europa se ha reportado una prevalencia de 8.2 por cada 1000 nacimientos; La prevalencia total más alta de nacimientos de cardiopatía congénita se encontró en Asia 9.3 por cada 1000 nacimientos; y la más baja en África 1.9 por cada 1000 nacidos vivos.(1,2)

En una revisión sistemática la prevalencia de los 8 subtipos más comunes de cardiopatías congénitas reportó el defecto septal ventricular (2.62 por cada 1000 nacidos vivos); el defecto del septo auricular (1.64 por cada 1000 nacidos vivos); conducto arterioso permeable (0.87 por cada 1000 nacidos vivos); estenosis pulmonar (0.50 por cada 1000 nacidos vivos); tetralogía de Fallot (0.34 por cada 1000 nacidos vivos); coartación aórtica (0.34 por cada 1000 nacidos vivos); transposición de grandes arterias (0.31 por cada 1000 nacidos vivos); y estenosis aórtica (0.22 por cada 1000 nacidos vivos).(2)

Alrededor 15% de los niños con cardiopatía congénita tiene una anomalía cromosómica. Las cardiopatías congénitas que tienen una mayor probabilidad de estar asociada con una anomalía cromosómica son arco aórtico interrumpido (69.2%), defecto septal auriculoventricular (67.2%) y ventrículo derecho de doble salida (33.3%). Las anomalías cromosómicas más comunes observadas fueron Trisomía 21 (52.8%), Trisomía 18 (12.8%), deleción 22q11.2 (12.2%) y trisomía 13 (5.7%).(3)

Las cardiopatías congénitas son responsables de más muertes en el primer año de vida que cualquier otro defecto de nacimiento. En la etapa neonatal tienen una mortalidad elevada, ya sea por tratarse de cardiopatía compleja o por la severidad de su presentación. Los defectos cardíacos congénitos ocasionan 4.2% de la mortalidad infantil, 24% de las muertes por malformaciones congénitas y 30% de las muertes prenatales. (4)

El diagnóstico en países en vías de desarrollo como el nuestro es sumamente importante, se desconoce la prevalencia real en nuestro país, no existen estadísticas sobre resultados en cardiopatías congénita. Anualmente esperamos que 15,000 a 18,000 neonatos tengan una malformación cardíaca, estimado con base a la incidencia de otros países extrapolada al número de nacimientos anuales en México.(5) Castillo y cols. reportó un estudio elaborado en el Hospital de Cardiología CMN siglo XXI que mostró que el conducto arterioso permeable representó el 20% de los casos, le siguió la comunicación interatrial 16.8%, comunicación interventricular 11%, tetralogía de Fallot y atresia pulmonar con CIV 9.3%, coartación aorta y estenosis pulmonar 3.6%, conexión anómala total de venas pulmonares 3%.(6)

El diagnóstico prenatal de cardiopatías congénitas críticas es alrededor del 40%, posteriormente en la primera semana de vida el diagnóstico se realiza en 30% de los casos. Sin embargo 20% pacientes con cardiopatía congénita crítica se diagnosticará después de la cuarta semana de vida, de los cuales tienen alta mortalidad. (7) Técnicas de diagnóstico temprano han incrementado la supervivencia. El tamizaje con oximetría de pulso para la detección de cardiopatías congénitas críticas ya ha sido implementada en Estados Unidos y algunos países europeos, para detectar enfermedades cardíacas congénitas críticas, como objetivo primario para tamizaje: síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo total, transposición de grandes arterias, atresia tricúspidea, anomalía de Epstein, coartación de aorta y tronco arterioso. (8,9) En México a partir de 2015 se adicionó a la Ley Estatal de Salud del Edo de Baja California Sur en su artículo 60 que dentro de las acciones de atención materno infantil se realice la aplicación de tamiz neonatal para la detección de cardiopatías congénitas graves o críticas.

La tasa de supervivencia de recién nacido con cardiopatía congénita se ha incrementado. Por un lado, el diagnóstico temprano, la derivación a centros médicos de alta especialidad de forma oportuna, junto con los avances en la cirugía cardíaca congénita, técnica de derivación cardiopulmonar, y mejoras en técnicas anestésicas, de perfusión, y manejo médico postoperatorio han mejorado la sobrevivencia de pacientes con cardiopatías congénitas.(10) En actualidad la supervivencia global de los recién nacidos con cardiopatías congénitas se sitúa alrededor del 85%. El porcentaje de sobrevivencia es mayor en aquellos centros hospitalarios en donde el número de cirugías al año es mayor.(10)

En una publicación de Inglaterra que informa sobre los resultados quirúrgicos en 57,293 pacientes operados de cardiopatías congénitas de 1997-2015, la mortalidad operatoria en su conjunto fue de 2.93%, cuando los resultados se separaron en cirugía urgente, la mortalidad es de 6.5%, cuando es electiva la mortalidad es de 1.65%. Las tasas de mortalidad se reportó más alta en recién nacidos, en particular en los recién nacidos prematuros. (11)

En el 2002 fue publicado un sistema de estratificación de riesgo, denominado Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery (RACHS-1), en el que están incluidos 79 tipos de cirugía cardíaca, divididas en seis categorías de riesgo, la primera corresponde al menor riesgo quirúrgico (cierre de comunicación interatrial, ligadura de persistencia del conducto arterioso) y el sexto como el de máximo riesgo (cirugía de Norwood, como ejemplo). Es un sistema que permite comparar resultados quirúrgicos entre grupos de pacientes similares e Instituciones. El promedio de riesgo de mortalidad, referido para los diversos niveles corresponden a: riesgo 1: 0.4%; riesgo 2: 3.8%; riesgo 3: 8.5%; riesgo 4: 19.4% y riesgo 6: 47.7%, riesgo 5: con poca información por escaso número de casos no se aproximó el riesgo de mortalidad. (12)

Se ha descrito factores de riesgo que incrementan mortalidad temprana y la morbilidad en cirugía cardíaca congénita, un peso menor a 2.5 kg; en neonatos sometidos a derivación cardiopulmonar, aquellos con tiempo de detención circulatoria, tiempo de pinzamiento aórtico y el tiempo de derivación cardiopulmonar más largo fueron predictores de mortalidad hospitalaria, y presentaron complicaciones con mayor frecuencia. (13)

Las complicaciones no solo prolongan la estancia hospitalaria y aumentan los costos de la atención, sino que muchas de ellas incrementan el riesgo de mortalidad de manera significativa. A tal punto que la diferencia en la mortalidad de los centros de excelencia se atribuye a mejor prevención, detección y tratamiento de estas complicaciones. A partir de la disminución de la mortalidad de pacientes sometidos a cirugía cardiopatía congénita, el esfuerzo se encuentra actualmente centrado en reducir la morbilidad en este grupo de pacientes.

## **Sobrecarga hídrica (SH)**

Diversos estudios en la población pediátrica en estado crítico han demostrado que un balance hídrico positivo o sobrecarga hídrica está asociada de forma independiente a un peor pronóstico, incluyendo a un incremento en la morbilidad y mortalidad, estas poblaciones han incluido niños con sepsis, lesión pulmonar aguda y aquellos con lesión renal aguda que requieren terapia de remplazo renal. Sin embargo, son pocos estudios los que abordan esta problemática en la población pediátrica sometida a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC).

Los mecanismos por los cuales la sobrecarga de volumen influye en el pronóstico permanecen desconocidos. Se ha estudiado la degradación del glucocálix en pacientes con sepsis sometidos a una reanimación con líquidos agresiva o iatrógena, la capa del glucocálix degradado más escasa y delgada permite que las proteínas plasmáticas y el líquido se muevan a través de la pared vascular, lo que lleva a la formación de edema tisular.(14) Se ha observado que la hipervolemia y la hiperosmolaridad pueden exacerbar la extravasación capilar, como en el choque séptico, lo cual contribuye a edema generalizado, aumento de presión intra-abdominal, y edema pulmonar, además, el balance hídrico acumulado se asocia al desarrollo de hipoperfusión sistémica y regional y subsecuentemente a falla orgánica múltiple. (15)

La sobre carga de líquidos tiene efectos deletéreos en todos los órganos, sin embargo, tiene una especial relación con el desarrollo de falla renal y, de hecho, a menudo la precede. El desarrollo de hipertensión abdominal y síndrome compartamental perjudica la perfusión renal y puede culminar un ciclo vicioso de falla renal y sobrecarga de volumen. (15) Por si sola la sobrecarga de volumen es una indicación para el inicio de terapia de reemplazo renal (TRR).(16)

La sobrecarga de volumen se ha asociado con resultados desfavorables en el niño críticamente enfermo, en una revisión sistemática y meta análisis de 44 estudios que incluyo 7507 niños críticamente enfermos que ingresaron a una unidad de cuidados intensivos, se encontró asociación entre la sobrecarga de volumen y resultados adversos, empeoramiento en la función respiratoria, desarrollo de lesión renal aguda, estancia prolongada dentro de unidad cuidados intensivos pediátricos y muerte. Los pacientes con sobrecarga hídrica se asociaron con incremento de mortalidad intrahospitalaria (OR 4.34 [ IC 95%, 3.01-3.26] I<sup>2</sup>=

61%). En el análisis global se determinó que por cada 1% de incremento en el porcentaje de sobrecarga de hídrica se asoció a un aumento de 6% en la probabilidad de mortalidad (OR ajustado 1.06 [IC 95%: 1.03 a 1.10];  $I^2=66%$ ). Además, se asoció la sobrecarga hídrica con incremento de días ventilación mecánica (OR 2.14 [IC 95%: 1.25-3.66]  $I^2=0%$ ), riesgo de presentar insuficiencia renal aguda (OR 2.36 [IC 95%: 1.27-4.38]  $I^2=78%$ ) y con un incremento en los días de estancia en la unidad de cuidados intensivos (MD -2.51 [IC 95%: -4.99 a -0.03]). (17)

### **Sobrecarga hídrica en niños sometidos a cirugía cardíaca**

Los neonatos y niños sometidos a cirugía cardíaca tienen diversos factores de riesgo pre, intra y post quirúrgicos para la acumulación de líquidos, de tal forma que la SH durante y después de la cirugía cardíaca pediátrica es común.

Dentro de los factores de riesgo pre-quirúrgicos que ocasionan que los niños sometidos a una cirugía cardíaca con frecuencia lleguen con SH a la sala quirúrgica se encuentran, su inmadurez fisiológica basal, un grado de función cardíaca alterada, anomalías congénitas complejas y una función renal basal disminuida.

Por su parte, la SH transoperatoria está asociada con factores como una menor tolerancia y capacidad de reserva en niños, exceso de líquidos exógenos utilizados para el cebado de la bomba de CEC, para la cardioplejia, para la administración de medicamentos y para el manejo de la hipotensión. Además, la bomba de CEC y el estrés quirúrgico causan isquemia, lesión por reperfusión, liberación de hormona antidiurética y una respuesta inflamatoria sistémica importante, procesos que también aumentan la formación de edema y el daño a la microcirculación. De tal forma que, este grupo de pacientes pueden desarrollar una fuerte respuesta inmunológica y endocrina después de la cirugía con CEC y desarrollar síndrome de bajo gasto cardíaco (SBGC) y lesión renal aguda (LRA) durante sus cuidados postquirúrgicos, que llevarán a la acumulación mayor de líquidos, lo que, a su vez, exacerbara más la LRA y el SBGC. (18)

Finalmente, durante el cuidado postquirúrgico de los niños con cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca, el manejo de líquidos es de suma importancia, durante su tratamiento se les administra grandes cantidades de líquidos para mantener estabilidad

hemodinámica y el equilibrio de fluidos, sin embargo, la administración agresiva de líquidos a menudo también puede llevar a edema tisular y empeoramiento de la disfunción orgánica.(19)

Esto fenómenos se han asociado con una multitud de efectos desfavorables y puede complicar aún más la condición del paciente, ya que la acumulación de líquidos en exceso tiene el potencial de impactar en el pronóstico postoperatorio en esta población, mediante la prolongación de la duración de la ventilación mecánica, retrasando el cierre torácico después de la reparación cardíaca y limitando el inicio de una nutrición óptima, lo que complica su recuperación postquirúrgica. (19)

Los recién nacidos cardiopatas son una población especialmente susceptible a la SH, ya que además cuentan con múltiples factores que crean el ambiente ideal para la acumulación de líquidos, entre ellos, aumento en su agua corporal total, una mayor propensión a la fuga capilar y una alta frecuencia de lesión renal aguda (LRA). (20)

La LRA es una seria complicación de la cirugía cardíaca en niños, afectando el 10-45% de los pacientes operados, la incidencia de LRA en neonatos sometidos a cirugía cardíaca biventricular es del 62-64%. (21)(22)

En los neonatos el uso de los niveles de Cr sérica y el gasto urinario para establecer el diagnóstico de LRA resulta problemático por múltiples razones, por ejemplo, se sabe que en la población neonatal el incremento de la Cr sérica después de un insulto inicial puede durar varios días, y que más de la mitad de los casos de LRA neonatal será no oligúrica. Además, los neonatos experimentan cambios rápidos en la tasa de filtración glomerular dependiendo del nivel de prematurez y la edad postnatal, y en los primeros días de vida la Cr sérica es el reflejo de la función renal materna. (22)

En diversos estudios se ha observado que el grado de sobrecarga hídrica (SH) y el inicio de la terapia de sustitución renal (TSR) se ha correlacionado con un peor pronóstico e incremento de la mortalidad independientemente de la severidad de la enfermedad. Para los sobrevivientes, la SH se ha correlacionado con un incremento de la duración de la ventilación mecánica, de la estancia en la unidad de cuidados críticos y hospitalaria y del tiempo de recuperación de la función renal. Estos datos han llevado a considerar que la SH es un importante marcador clínico de disfunción renal y su minimización mejora el pronóstico de los pacientes.(21)(18)(19)(20)

Cuatro estudios de cohorte realizados en los últimos 10 años han estudiado la relación entre el balance hídrico postquirúrgico y los resultados después de una cirugía cardíaca. Todos han demostrado asociaciones entre un balance hídrico positivo y peores resultados, principalmente una mayor duración de la ventilación mecánica y un mayor tiempo de estancia en la UCI. En ellos se ha observado que, en la evaluación de la severidad de la SH, un valor de corte del 10% está asociado con incremento de la mortalidad en niños.

No hay un consenso sobre el método óptimo para calcular el porcentaje de sobrecarga hídrica. La mayoría de los estudios pediátricos utilizan el método de balance de fluidos introducido por Goldstein et al, mediante la siguiente fórmula,  $SHP = \frac{\text{Ingresos (L)} - \text{Egresos (L)}}{\text{peso (kg)}} \times 100$ .(23) En los recién nacidos, la pérdida insensible de agua es particularmente difícil de estimar debido a que está influenciada de manera incierta por diversos factores, como la humedad ambiental, la edad gestacional, la frecuencia respiratoria, fototerapia, entre otras. (24)

Utilizando esta ecuación, 5 % de SH es equivalente a un balance hídrico positivo de 50ml/kg. Basu y cols recomendaron este umbral como punto de corte de riesgo de LRA en pacientes altamente susceptibles, aquellos con ventilación mecánica y con agentes vasoactivos, por lo tanto en la mayoría de los estudios realizados la SH postquirúrgica temprana fue definida como un balance hídrico (BH) positivo mayor del 5% por encima del peso corporal a partir de la admisión a la UCI después de la cirugía y hasta la media noche del 1er día postquirúrgico.(25)

A continuación, se describen a detalle algunos estudios realizados hasta el momento.

Uno de los primeros estudios en abordar esta problemática fue realizado por **Shi S en el año 2008**, estudio retrospectivo en el que se encontró que los niños con un balance hídrico positivo a las 72 horas después de una cirugía cardíaca tenían 10 veces más riesgo de una ventilación mecánica prolongada comparado con niños sin un balance hídrico positivo. (26)

**Hazle en el año 2013** realizó un estudio observacional prospectivo en niños menores de 6 meses de edad sometidos a cirugía cardíaca con CEC, en el que se encontró que una SH mayor al 10% en los primeros 3 días postquirúrgicos se asociaba a peores resultados, que incluían necesidad de TSR, mayor tiempo de ventilación mecánica asistida (VMA) y de estancia hospitalaria y muerte ( $12\% \pm 10\%$  vs  $6\% \pm 4\%$ ,  $p = 0.03$ ). (19)

**Hassinger en el año 2014** realizó un estudio observacional prospectivo en 98 niños intervenidos de cirugía cardíaca con CEC para demostrar que la SH postquirúrgica precede a la lesión renal aguda y está asociada a mayor morbilidad en niños sometidos a cirugía cardíaca.(20)

En este estudio se observó que los pacientes con SH postquirúrgica temprana (definida como un BH 5% por encima del peso corporal al final del día 1 postquirúrgico) permanecían 3.5 días más en el hospital, 2 días más con inotrópicos y era más probable que requirieran ventilación mecánica prolongada en comparación con aquellos sin SH temprana (todos con significancia estadística,  $p < 0.001$ ). En los pacientes con SH fueron administrados un mayor volumen de líquidos durante el periodo de estudio,  $395.4 \pm 150$  ml / kg vs  $193.2 \pm 109.1$  ml / kg ( $p < 0.001$ ) y tuvieron una pobre respuesta urinaria a los diuréticos.(20)

**Piggott en el año 2015** realizó un estudio de cohorte retrospectiva en 95 neonatos sometidos a cirugía cardíaca. En este estudio se observó que los neonatos con SH >15% tenían una estancia hospitalaria más prolongada (76 vs 39 días,  $p = 0.03$ ), permanecían más días bajo ventilación mecánica en el periodo postquirúrgico (25 vs 8 días,  $p < 0.001$ ) y tenían una mayor probabilidad de morir. Todas las muertes observadas en el estudio ocurrieron en neonatos con una sobrecarga hídrica >15% en las primeras 72hrs postquirúrgicas (8 vs 0,  $p < 0.001$ ), las 8 defunciones tenían una SH mayor al 30%. De estos 8 pacientes, 2 requirieron diálisis peritoneal (DP), y la SH al momento de la diálisis fue de >30%. El único paciente que requirió DP y sobrevivió, su DP fue iniciada con una SH <30%. (21)

Estos datos sugieren que una intervención temprana para prevenir la SH puede ayudar a prevenir la mortalidad. Algunos datos sugieren que la DP temprana puede disminuir la mortalidad y no tener efectos adversos en la recuperación de la función renal en pacientes con LRA asociada a cirugía cardíaca congénita. (21)

**Lex en el año 2016** realizó un estudio retrospectivo en el que se incluyeron 1520 pacientes menores a 18 años intervenidos de cirugía cardíaca, de los cuales 1367 pacientes (89.9%) tuvieron una sobrecarga hídrica acumulada por debajo del 5%, 120 pacientes (7.8%) entre el 5% y el 10%, y 33 pacientes (2.1%) por encima del 10%. (18)

Después del análisis multivariado se observó que la SH máxima en el día de la cirugía se asoció de forma independiente con el síndrome de bajo gasto cardíaco (OR ajustado de

1.21; IC del 95% de 1.12–1.30;  $p = 0.001$ ), con una ventilación mecánica prolongada  $>72h$  (OR ajustado de 1.012; IC del 95% de 1.005–1.032;  $p = 0.025$ ) y con la mortalidad (OR ajustado de 1.14; IC del 95% de 1.008–1.303;  $p = 0.041$ ), de tal forma que por cada % de SH al final del día de la cirugía el riesgo de morir incrementaba en un 14%. (18)

Así mismo se observó que los niveles séricos máximos de Cr (OR ajustado de 1.01; IC del 95% de 1.03–1.021;  $p = 0.009$ ), el puntaje máximo de score vasopresor-inotrópico (OR ajustado de 1.01; IC del 95% de 1.005–1.029;  $p = 0.042$ ), y la máxima pérdida sanguínea en el día de la cirugía (OR ajustado de 1.01; IC 95% de 1.004–1.025;  $p = 0.015$ ) se asociaron con un mayor riesgo de SH mayor al 5%. (18)

**Wilder en el año 2016**, realizó un estudio retrospectivo en población neonatal, que incluyó 435 neonatos ( $<30$  días de vida) sometidos a cirugía cardíaca con CEC, de los cuales solo 21 (5%) presentaron pobres desenlaces clínicos (muerte (14, 3%), necesidad de TSR (7, 2%) y necesidad de terapia de CEC (8, 2%) dentro de los primeros 30 días postquirúrgicos. (22)

En este estudio se observó que el porcentaje de SH en el día tres postquirúrgico fue significativamente mayor en neonatos con pobres desenlaces (18.6% vs 9.7%;  $p=0.002$ ), y que los neonatos con pobres desenlaces tuvieron el nivel de Cr más alto al día 2 postquirúrgico (1.0 vs 0.6 mg/dl;  $p >0.0001$ ). Aunque el nivel de SH fue alto en ambas cohortes al día 2 postquirúrgico, los neonatos con pobres desenlaces alcanzaron el nivel más alto de SH (mediana, 23% vs 17%;  $p= 0.05$ ) y les tomó un mayor tiempo alcanzar a negativizar su balance hídrico. (22)

Mediante curva ROC se demostró que una SH mayor o igual al 16% y una Cr sérica mayor o igual a 0.9 en el día 3 postquirúrgico fueron los puntos de corte óptimos para una discriminación significativa del desenlace primario (área bajo la curva= 0.71 y 0.76, respectivamente), con un valor predictivo negativo del 98%. Y mediante un análisis multivariado también se demostró que una SH mayor o igual al 16% (OR ajustado = 3.7) y una Cr sérica de 0.9 (OR ajustado = 6.6) en el día tres postquirúrgico, permanecían como factores de riesgo independientes asociados a tener un pobre desenlace clínico. (22)

Además, La SH mayor o igual al 16% también se asoció significativamente con la presencia de paro cardiorrespiratorio que requirió reanimación cardio-pulmonar (15% vs 4%;  $p>0.0001$ ), con un tiempo de estancia en UCI prolongado (11 vs 7 días;  $p <0.0001$ ) y con la

necesidad de re-exploración torácica (27% vs 7%;  $p > 0.0001$ ). Para los pacientes que no experimentaron pobres desenlaces al día 30 postquirúrgico, aquellos con SH mayor o igual al 16% y aquellos con una Cr sérica mayor o igual a 0.9 tuvieron una mayor proporción de muertes (17% vs 8%;  $p = 0.01$  y 15% vs 10%;  $p = 0.13$ , respectivamente). (22)

De forma más reciente, **Delpachitra en el año 2017** elaboro un estudio de casos y controles en niños de 0 a 16 años, en el que se incluyeron 46 casos (pacientes finados), 136 controles (pacientes vivos) emparejados por edad, categoría RACHS-1 y año de admisión. En este se observó que el balance hídrico acumulado en los días 2 y 7 postquirúrgicos, no estuvo asociado con la mortalidad en la UCI. Sin embargo, los niños con balance hídrico acumulado mayor o igual al 5% al día 2 postquirúrgico permanecieron un tiempo mayor en ventilación mecánica (211h (97-539) vs 93h (34-225);  $p > 0.001$ ), en la UCI (11 días (8-26) vs 6 días (3-13);  $p < 0.001$ ) y en el hospital (22 días (13-39) vs 14 días (8-30);  $p = 0.001$ ). (27)

En este estudio también se observó que el inicio temprano de diálisis peritoneal (DP) posterior a la cirugía está asociado con una reducción de la mortalidad, en comparación a los pacientes sin DP, el OR en aquellos con inicio temprano de diálisis peritoneal fue de 1.07 (IC95% 0.33-3.41;  $p = 0.90$ ) y en aquellos con inicio tardío de diálisis peritoneal fue de 3.65 (IC 95% 1.21-10.99;  $p = 0.02$ ). (27)

De tal forma que, a través de los estudios se ha podido demostrar que, en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC) la SH también es común, especialmente en el periodo postquirúrgico temprano, y que existe una asociación entre la SH temprana postquirúrgica y la presencia de peores resultados después de una cirugía cardíaca, y que la SH es un marcador fácilmente disponible y no invasivo de la función renal. Sin embargo, son pocos los estudios realizados en población neonatal, por lo que la exploración de esta problemática en esta población y de los factores de riesgo para el desarrollo de la SH resulta crucial para la reducción aguda y a largo plazo de resultados adversos.(27)

## PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Diversos estudios realizados en poblaciones pediátricas en estado crítico han demostrado que un balance hídrico positivo está asociado a un incremento de la mortalidad y a peores resultados (incremento en los días de ventilación mecánica y de estancia en una Unidad de Cuidados Intensivos), estas poblaciones incluyen niños con sepsis, con lesión pulmonar aguda y aquellos que requieren terapia de sustitución renal. Sin embargo, son pocos los estudios lo que abordan esta problemática en niños sometidos a cirugía cardíaca y muchos menos los realizados en recién nacidos.

Los recién nacidos sometidos a cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea son especialmente susceptibles a desarrollar datos de sobrecarga hídrica, debido a su inmadurez fisiológica basal y a que con frecuencia desarrollan en el periodo postquirúrgico, alteraciones de la función cardíaca, lesión renal aguda y montan un respuesta inmunológica y endocrina severa y, aunque la expansión de volumen, como primera línea de tratamiento, puede restaurar el gasto cardíaco, también puede llevar a edema tisular y empeoramiento de los datos de disfunción orgánica, lo cual es particularmente importante en la población neonatal que cuenta con un incremento basal de su agua corporal total y que además, son más propensos a presentar fuga capilar, lo que en conjunto crea un ambiente ideal para la acumulación de líquidos

Por lo que se requiere realizar más estudios que permitan ampliar el conocimiento sobre la asociación del balance hídrico positivo y la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea, con la finalidad de prevenir su desarrollo y otorgar un tratamiento oportuno. Por lo anterior nos planteamos la siguiente presunta de investigación:

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿El balance hídrico positivo es un factor asociado a mortalidad en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea?

## **HIPÓTESIS**

Un balance hídrico acumulado porcentual > 10% en el periodo postquirúrgico se asocia a la mortalidad de los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Investigar si el balance hídrico positivo se asocia a la mortalidad de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requirió circulación extracorpórea.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Indagar si el balance hídrico positivo postquirúrgico se asocia a un incremento en los días de ventilación mecánica de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.
- Averiguar si el balance hídrico positivo postquirúrgico se asocia con incremento en los días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) de recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requiere circulación extracorpórea.

## **JUSTIFICACIÓN**

Existe evidencia científica a través de algunos estudios que demuestran un impacto negativo en el pronóstico de los niños postoperados de cirugía cardíaca que presentan un balance hídrico positivo en el periodo postquirúrgico o datos de sobrecarga hídrica, sin embargo, esta evidencia no es consistente y en la población neonatal son muy pocos los estudios realizados, por lo que se requiere de la elaboración de más estudios en esta población específica.

De comprobar en el presente estudio que existe un incremento de una variable tan sólida como la mortalidad en los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requiere circulación extracorpórea con balance hídrico positivo, se podrá ayudar a la elaboración de recomendaciones que incluyan mantener balances hídricos neutros a negativos, detectar la lesión renal aguda en forma temprana e iniciar terapias de sustitución renal oportunamente.

## **METODOLOGÍA**

**DISEÑO:** Estudio observacional de casos y controles, anidado en una cohorte retrospectiva, comparativo y analítico, en el cual se incluyeron recién nacidos con diagnóstico de cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca bajo CEC, en la UCIN del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI en el periodo comprendido de enero 2018 a diciembre del 2019.

## **DEFINICIÓN DE CASO Y CONTROL**

- Los casos fueron los recién nacidos intervenidos de cirugía cardíaca bajo CEC que fallecieron en la UCIN durante su período postquirúrgico.
- Los controles fueron los recién nacidos intervenidos de cirugía cardíaca bajo CEC que sobrevivieron en la UCIN durante su periodo postquirúrgico.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita intervenidos de cirugía cardíaca que requirió CEC.
- Edad de 0 a 28 días de vida.
- Ambos sexos
- Que hayan ingresado a la UCIN del Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI durante el periodo comprendido de enero del 2018 a diciembre del 2019.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

- Los pacientes con más de dos cirugías cardíacas en la misma hospitalización
- Los pacientes operados fuera de la Unidad.

### **CRITERIO DE ELIMINACIÓN**

- Paciente que no contó con expediente clínico completo.
- Paciente procedente de quirófano que fallezca en las primeras 12 horas en el servicio de UCIN

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA:**

El tipo de muestreo fue probabilístico. Se calculó el tamaño de muestra con fórmula para diseño de casos y controles, mediante el programa en línea OpenEpi(<https://www.openepi.com/SampleSize/SSCC.htm>) de acuerdo al estudio de Wilder, con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y un poder estadístico del 80%. Se consideró un valor del 50% como la frecuencia de exposición entre los casos y una frecuencia de exposición entre los controles de 10. Se estimó una razón de controles por caso de 2:1.

De acuerdo al cálculo, se requieren 23 pacientes en el grupo de casos y 45 pacientes en el grupo control.

## **VARIABLES**

### **DEPENDIENTE**

- Muerte
- Días de ventilación mecánica
- Días de estancia en la UCIN

### **INDEPENDIENTES**

- Balance hídrico acumulado al día 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 postquirúrgico
- Balance hídrico acumulado porcentual al día 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 postquirúrgico
- Lesión renal aguda postquirúrgica AKI
- Uso de terapia de sustitución renal
- Tiempo para inicio de diálisis peritoneal

### **DESCRIPTIVAS**

- Ingresos
- Egresos
- Perdidas insensibles

---

## CONFUSORAS

### PREOPERATORIAS:

- Sexo
- Edad
- Prematurez <37SDG
- Peso
- Estado nutricional
- Anormalidades estructurales no cardíacas concomitantes
- Riesgo anestésico ASA
- Clasificación RACHS-1
- Tipo de cardiopatía congénita
- Tiempo de estancia en la UCIN previo al procedimiento quirúrgico
- Uso de inotrópicos previo al procedimiento quirúrgico

### TRANSOPERATORIAS:

- Tiempo de circulación extracorpórea
- Tiempo de pinzamiento aórtico
- Arresto circulatorio
- Esternotomía abierta
- Balance hídrico al término de la cirugía

### POSTOPERATORIAS:

- Evento de paro cardiorrespiratorio
- Lactato sérico al ingreso a UCIN
- Infección nosocomial

## DESCRIPCIÓN DE VARIABLES:

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Categoría
Muerte	Momento de pérdida de la vida del paciente durante su estancia en UCIN (se requiere una estancia mínima de 12 horas en el servicio)	Dependiente	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Días de estancia en la UCIN	Tiempo transcurrido desde la fecha del ingreso del paciente al servicio de UCIN para cuidado postquirúrgicos hasta su alta del servicio o defunción	Dependiente	Cuantitativa discreta	Días
Días de ventilación mecánica	Tiempo en el que el paciente se mantuvo bajo asistencia mecánica ventilatoria a partir de su ingreso a la UCIN para cuidados postquirúrgicos y hasta su extubación	Dependiente	Cuantitativa discreta	Días
Balance hídrico acumulado (BHA) al día 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7 postquirúrgico. (BHA)	Resultado de la siguiente fórmula: BHA = Ingresos – Egresos – Perdidas insensibles, que se calculara en forma diaria y hasta el día 7 postquirúrgico, o antes, en caso de que el paciente muera o se egrese del servicio.	Independiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Balance hídrico acumulado porcentual (BHAP) al día 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 postquirúrgico.	Resultado de la siguiente fórmula: BHAP = (Balance hídrico total desde el ingreso (l) / peso (kg)) X 100, que se calculara en forma diaria y hasta el día 7 postquirúrgico, o antes, en caso de que el paciente muera o se egrese del servicio.	Independiente	Cuantitativa discreta	Porcentaje

Lesión renal aguda (AKI)	Paciente con Incremento de la creatinina > a 0.3mg/dl o 1.5 veces más del valor basal preoperatorio dentro de los primeros tres días después de la cirugía	Independiente	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Uso de terapia de sustitución renal	Paciente en el que se inicie durante sus cuidados postquirúrgicos diálisis peritoneal, terapia de sustitución renal lenta (PRISMA) o hemodiálisis.	Independiente	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Tiempo para inicio de diálisis peritoneal	Momento en el tiempo en el que se inicia diálisis peritoneal durante los cuidados postquirúrgicos del paciente.	Independiente	Cuantitativa discreta	Horas
Ingresos	Cantidad de líquidos que se incorporan al paciente por día, en los que se incluyen los líquidos de mantenimiento, cargas de líquidos, productos hemáticos, medicamentos y alimentación enteral y parenteral.	Descriptiva	Cuantitativa continua	Mililitros
Egresos	Cantidad de líquidos que pierde el paciente por día, en los que se incluyen el gasto urinario, fecal, las perdidas por drenajes (sonda nasogástrica, mediastinal, pleural, catéter de diálisis peritoneal) y por la herida quirúrgica	Descriptiva	Cuantitativa continua	Mililitros
Perdidas insensibles (PI)	Cantidad de líquidos que pierde el paciente por pulmones, piel y fiebre por día, que se calcula de acuerdo al peso del paciente > 3kg = peso X 2 X hr, de 3 a 1.5kg = peso X 3 X hora y <1.5kg = peso X 4 X hora.	Descriptiva	Cuantitativa continua	Mililitros

Sexo	Femenino y masculino de acuerdo al fenotipo	independiente	Cualitativa Dicotómica	Masculino Femenino
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente a la fecha del procedimiento quirúrgico.	Confusora	Cuantitativa discreta	Días
Prematurez	Recién nacido de menos de 37 SDG	independiente	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Peso	Peso registrado en kilogramos a la fecha del procedimiento quirúrgico	independiente	Cuantitativa Continua	Kilogramos
Estado nutricional	Estado nutricional del paciente al momento de la cirugía, mediante la evaluación de indicadores antropométricos realizada de acuerdo a tablas de la OMS 2013.	independiente	Cualitativa Nominal	Normal, Peso bajo, Peso elevado
Anormalidades estructurales no cardíacas concomitantes	Paciente que curse con otras malformaciones congénitas en otros aparatos y sistemas diferentes al cardiovascular.	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Riesgo anestésico (ASA score)	Sistema de clasificación que utiliza la ASA para estimar el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente. I: Sano sin patología agregada. II: Enfermedad sistémica compensada. III: Enfermedad sistémica descompensada o severa. IV: Enfermedad sistémica severa incapacitante o con peligro de muerte. V: Riesgo inminente de fallecer dentro de las 24hrs posteriores a la	Confusora	Cuantitativa discreta	Del I al VI

valoración. VI: Muerte cerebral y que donara sus órganos a trasplante.

Complejidad quirúrgica	Método para estratificación de riesgo quirúrgico. Incluye 79 tipos de cirugía cardíaca tanto de corazón abierto como cerradas y están divididas en 6 niveles o categorías de riesgo siendo 1 la de menos riesgo (cierre de CIA o PCA) y 6 la de máximo riesgo (Cirugía de Norwood y Damus-Kaye-Stansel) (Apéndice 1)	Confusora	Cuantitativa discreta	Del 1 al 6
RACHS-1				
Tipo de cardiopatía congénita	Alteración del corazón y los grandes vasos que se originan previos al nacimiento y que se diferencian en base a la presencia de cianosis clínica secundaria a hipoflujo pulmonar	Confusora	Cualitativa dicotómica	Cianógena o Acianógena
Tiempo de estancia en la UCIN previo a procedimiento quirúrgico	Tiempo transcurrido desde el ingreso del paciente al servicio de UCIN hasta el día de procedimiento quirúrgico	independiente	Cuantitativa discreta	Horas
Uso de inotrópicos previo a procedimiento quirúrgico	Uso de fármacos con efecto cardiovascular previo al procedimiento quirúrgico durante su estancia en UCIN (adrenalina, dobutamina, milrrinona, levosimendan, norepinefrina)	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Tiempo de circulación	Tiempo en minutos durante el cual los pacientes son sometidos a un sistema que permite aportar sangre oxigenada a la circulación sistémica mientras el	Confusora	Cuantitativa discreta	Minutos

extracorpórea CEC	corazón y los pulmones no son funcionales en la cirugía de corazón abierta.			
Tiempo de Pinzamiento aórtico	Tiempo en minutos durante el cual se coloca una pinza en la aorta distalmente a las coronarias con el objeto de liberar de sangre el lecho quirúrgico.	Confusora	Cuantitativa discreta	Minutos
Arresto circulatorio	Procedimiento que se realiza durante la cirugía, en condiciones de hipotermia profunda y con paro de la bomba arterial de la CEC.	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Esternotomía abierta	Paciente que ingresa a la UCIN para cuidados postquirúrgicos con esternón abierto.	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Balance hídrico al término de la cirugía	Resultado de la relación cuantificada de los líquidos que ingresan menos los que egresan del paciente durante el procedimiento quirúrgico.	dependiente	Cuantitativa continua	Mililitros
Evento de paro cardiorrespiratorio	Evento de detención de la respiración y del latido cardíaco en el paciente que amerita inicio de maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzadas durante los cuidados postquirúrgicos.	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Lactato sérico al ingreso a UCIN	Compuesto resultante de la combinación del ácido láctico con un radical simple o compuesto obtenido en la primera gasometría tomada al ingreso del paciente a la UCIN procedente de quirófano	Confusora	Cuantitativa discreta	Valor de corte 1.6mm/l

---

Infección nosocomial	Diagnóstico de infección adquirida durante la estancia intrahospitalaria a cualquier nivel (hemática, pulmonar, urinaria, digestiva, sistema nervioso central)	Confusora	Cualitativa dicotómica	Sí o No
----------------------	--	-----------	------------------------	---------

---

## DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

- 1. Se solicitó la autorización por el comité local de Investigación en Salud y al Comité de Ética del HPCMN siglo XXI,
- 2. De la Libretas de Registro de Quirófano y la de ingresos y egresos de la UCIN, Se identificó a los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales y que fueron sometidos a cirugía cardíaca que bajo CEC de enero 2018 a diciembre 2019.
- Se clasificó a los pacientes al grupo de casos o al grupo control, de acuerdo a su desenlace final.
- Se realizó la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes seleccionados en el archivo médico y se llenó la hoja de recolección de datos elaborada con la información necesaria para el análisis.
- Con los datos de la hoja de enfermería y de las notas médicas, y con la Formula de Goldstein se calculó en balance hídrico en los tiempos establecidos en la Hoja de recolección de datos
- Posteriormente se registró la información de cada paciente en una base de datos electrónica elaborada *ex profeso*.
- Se realizó el análisis estadístico con el programa SPSS 25
- Se redactó el informe final

## ANALISIS ESTADÍSTICO

- Análisis descriptivo: se calcularon frecuencias simples y proporciones para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas medidas de tendencia central (media o mediana) y dispersión (desviación estándar o mínimos y máximos) dependiendo de la distribución de las variables.
- Análisis bivariado: se calculó el riesgo por OR, con intervalos de confianza al 95% para investigar si existe asociación de mortalidad con el balance hídrico positivo
- Finalmente se realizó un análisis estratificado para controlar las variables confusoras.
- Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ .

## ASPECTOS ÉTICOS

El proyecto se apegó a las recomendaciones internacionales de la declaración de Helsinki 2013 de la Asociación Médica Mundial “Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos”.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud vigente en materia de Investigación para la Salud, en el título segundo sobre los aspectos éticos de la investigación en seres humanos y conforme a lo que se comenta en el artículo 17, el estudio clasifica como una investigación *sin riesgo* debido a que únicamente implica la revisión de expedientes, sin realizar intervenciones en los individuos participantes. Por lo que, considerando la naturaleza retrospectiva del estudio, no se requiere consentimiento informado.

Los resultados que se obtuvieron de este estudio representan un beneficio indirecto, ya que se obtendrá conocimiento científico con respecto al balance hídrico asociado a la mortalidad y morbilidad en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca.

Toda la información se manejó de manera confidencial y se mantuvo la privacidad del paciente en todo momento. No se capturaron los nombres de los pacientes, en su lugar se asignó un número de folio.

La información será resguardada por 3 años en el archivo general del servicio y el responsable será el Jefe del departamento clínico de Neonatología

Los resultados se presentarán en congresos nacionales e internacionales y se publicarán artículos científicos en revistas internacionales que permitan su divulgación, así como la transferencia y asimilación de los mismos.

El protocolo fue autorizado por el Comité Local de Investigación en Salud (CLIES) del HP CMN SXXI con el número R-2020-3603-004.

## **FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD**

El estudio fue factible debido a que se contó con los recursos necesarios para llevar a cabo la presente investigación:

- Recursos humanos: la recolección de datos, así como el análisis estadístico e interpretación se llevó a cabo por el investigador (médico residente) y los tutores.
- Recursos materiales: se contó con el material que se requiere, ya que se dispone de un archivo clínico en donde se almacenan los expedientes de los pacientes del Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI, y existió disponibilidad de personal y material de consumo para actividades de recolección de la información, como lápiz, computadora, así como programas para la captura de la información y su análisis.
- Recursos financieros: el estudio no requirió de financiamiento especial ya que los recursos financieros mínimos requeridos fueron cubiertos por los investigadores

## RESULTADOS

Durante el periodo de estudio, se ingresaron 706 pacientes a la UCIN, sede del presente trabajo, de los cuales 66 recién nacidos fueron intervenidos de cirugía cardíaca sometidos bajo bomba de circulación extracorpórea (CEC) entre enero 2018 a diciembre de 2019. De estos, 66 pacientes sobrevivieron más de 12h a la cirugía, no se incluyeron 6 pacientes (10%) por falta de expediente, por lo que el grupo final de estudio lo conformaron 60 neonatos, al reunir los criterios de selección, de los cuales fallecieron 33% y constituyeron los “casos” y el restante 66% sobrevivieron y fueron los “controles” contemporáneos.

En la tabla 1 se observa las variables demográficas de la población general, con el valor de medidas de tendencia central y los valores extremos. Donde destaca que mediana de edad fue de 17 días y tanto la mediana de peso como de talla, corresponden a pacientes con gestación a término, entre otros.

Tabla 1. Datos demográficos de la población general.

Tabla de datos demográficos de la población general (n=60)		
	Medidas de tendencia central	Valores extremos (mínimo-máximo)
Edad (días) Mediana	17	2 - 147
Peso (kilogramos) Media	2.91	1.68 - 4.00
Talla (centímetros) Media	48.97	44 - 53
RACHS-1 Mediana	4	2 - 6
ASA Mediana	4	3 - 4
Tiempo de estancia preqx (días) Mediana	4	0 - 137
Tiempo de CEC (min) Mediana	92	44 - 190
Tiempo de pinzamiento aórtico (min) Mediana	50	0 - 124
Tiempo de arresto circulatorio (min) Mediana	24	0 - 92
Balance hídrico termino qx (ml) Mediana	39.5	-178 - 342
Días de estancia UCIN Mediana	20	1 - 80
Días de VMA Mediana	9	1 - 80
Tiempo inicio DP (horas) Mediana	3.5	1 - 48
Lactato al ingreso Mediana	6.3	0.8 - 15

En la tabla 2, 65% de sexo masculino y 35% al femenino, la cardiopatía más frecuentemente fue la conexión anómala de venas pulmonares (CAVP) con un 43.3%, seguida de la transposición de grandes arterias (TGA) con un 25%, las cardiopatías congénitas cianógenas (CCC) predominaron con un 86.7%.

El 75% de los pacientes con un estado nutricional normal; 50% se clasificó como RACHS-1 4 y ASA 4. no hubo diferencia significativa para ninguna variable entre los plcientes sobrevivientes y no sobrevivientes. A ningún paciente se le realizo terapia de hemodiálisis o alguna terapia de sustitución renal lenta. Ninguna de las variables de los grupos mostró

diferencia significativa. También se puede observar que si se encontró diferencia significativa entre pacientes no sobrevivientes y sobrevivientes que presentaron infección nosocomial y la presencia de un evento de paro cardiorrespiratorio.

Tabla 2. Comparación de variables cualitativas entre sobrevivientes y no sobrevivientes\*

Comparación de variables cualitativas entre sobrevivientes y no sobrevivientes							
	Total	Sobreviviente		No sobreviviente		valor de p	
	Frecuencia %	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
<b>Sexo</b>							
femenino	21 (35%)	12	30,0%	9	45,0%	0.2	
masculino	39 (65%)	28	70,0%	11	55,0%		
<b>Tipo de cardiopatía</b>							
transposición de grandes vasos	15 (25%)	8	20,0%	7	35,0%	0.6	
conexión anomala total de venas pulmonares	26 (43.3%)	19	47,5%	7	35,0%		
Cor triatriatum	1 (1.7%)	1	2,5%	0	0,0%		
comunicación interventricular	4 (6.7%)	2	5,0%	2	10,0%		
coartación aortica	5 (8.3%)	4	10,0%	1	5,0%		
ventana aortopulmonar	1 (1.7%)	1	2,5%	0	0,0%		
Sx Vetriculo Izquierdo hipoplásico	2 (3.3%)	2	5,0%	0	0,0%		
tronco arterioso	2 (3.3%)	1	2,5%	1	5,0%		
Atresia pulmonar	1 (1.7%)	1	2,5%	0	0,0%		
interrupción de arco a+ortico	2 (3.3%)	1	2,5%	1	5,0%		
A Ebstein	1 (1.7%)	0	0,0%	1	5,0%		
<b>Clasificación de cardiopatía</b>							
Acianógena	8 (13.3%)	6	15,0%	2	10,0%		0.6
Cianógena	52 (86.7%)	34	85,0%	18	90,0%		
<b>Estado nutricional</b>							
Normal	45 (75%)	32	80,0%	13	65,0%	0.2	
Peso bajo	15 (25%)	8	20,0%	7	35,0%		
Peso alto	0	0	0,0%	0	0,0%		
<b>ASA</b>							
3	26 (43.3%)	18	45,0%	8	40,0%	0.7	
4	34 (56.7%)	22	55,0%	12	60,0%		
<b>RACHS-1</b>							
2	13 (21.7%)	8	20,0%	5	25,0%	0.2	
3	13 (21.7%)	9	22,5%	4	20,0%		
4	30 (50%)	21	52,5%	9	45,0%		
5	2 (3.3%)	0	0,0%	2	10,0%		
6	2 (3.3%)	2	5,0%	0	0,0%		
<b>Falla renal</b>	21 (35%)	14	35,0%	7	35,0%		0.6
<b>Infección nosocomial</b>	36 (60%)	30	75,0%	6	30,0%	<b>0.001</b>	
<b>Inotrópico</b>	33 (55%)	21	52,5%	12	60,0%	0.5	
<b>Arresto circulatorio</b>	38 (63.3%)	26	65,0%	12	60,0%	0.7	
<b>Dialisis peritoneal</b>	30 (50%)	17	42,5%	13	65,0%	0.1	
<b>Hemodialisis o TSSRL</b>	0 (0%)	0	0	0	0	0	
<b>Evento de paro cardiorrespiratorio</b>	17 (28.3%)	4	10,0%	13	65,0%	<b>0.001</b>	
<b>Esternotomía abierta</b>	46 (76.6%)	30	75,00%	16	80%	0.6	
<b>Pinzamiento aórtico</b>	58 (96.6%)	38	95,0%	20	100%	0.3	

\*Análisis mediante X2 de Pearson con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

En la tabla 3 se describen las variables cuantitativas del estudio, en la que se puede observar que la mediana de edad de los pacientes fue de 17 días, con una mediana de peso de 2.9kg y talla de 49cm, sin diferencia estadística, al igual de las variables transoperatorias como tiempos de circulación extracorpórea, pinzamiento aórtico y de arresto circulatorio, así como balance hídrico. Se demostró diferencia estadística en tiempo de estancia hospitalaria y de ventilación mecánica, así como lactato.

Tabla 3. Comparación de variables cuantitativas entre sobrevivientes y no sobrevivientes\*.

	Descenlace							Valor de p
	Total			Sobrevivientes		No sobrevivientes		
	Mediana (p25-p75)	Mediana	p25	p75	Mediana	p25	p75	valor de p
Edad (días)	17,0 (11,2 - 36,0)	16,5	10,0	36,0	19,5	12,5	36,0	0.6
Peso (kilogramos)	2,9 (2,5 - 3,2)	3,1	2,6	3,3	2,7	2,3	3,2	0.2
Talla (centímetros)	49,0 (48,0 - 50,0)	49,0	48,0	50,0	49,0	46,5	50,0	0.2
Tiempo de estancia preqx (días)	4,0 (1,0 - 8,0)	3,0	1,0	7,0	5,0	2,0	13,0	0.1
Tiempo de CEC (min)	92,0 (73,2 - 133,7)	90,5	73,5	132,5	98,0	73,5	141,0	0.6
Tiempo de pinzamiento aórtico (min)	50,0 (31,2 - 81,7)	45,5	28,0	59,5	53,0	42,0	89,0	0.1
Tiempo de arresto circulatorio (min)	24,0 (0,0 - 42,7)	26,0	,0	37,5	21,5	,0	47,0	0.1
Balance hídrico termino qx (ml)	39,5 (-5,2 - 96,3)	27,5	-12,2	90,5	59,5	26,0	112,0	0.1
Días de estancia UCIN	20,0 (7,0 - 32,2)	23,0	17,0	34,0	2,5	1,0	12,5	<0.0001
Días de VMA	9,0 (3,2 - 23,2)	16,5	6,0	25,5	2,5	1,0	12,5	0.001
Tiempo inicio DP (hora)	3,5 (2,0 - 4,5)	4,0	1,0	27,0	3,0	2,0	48,0	0.44
Lactato al ingreso	6,3 (4,1 - 8,8)	5,9	3,7	7,2	10,7	5,9	13,6	0.001
Creatinina ingreso	0,43 (0,37 - 0,57)	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,5

\*Análisis mediante prueba de t de Student, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

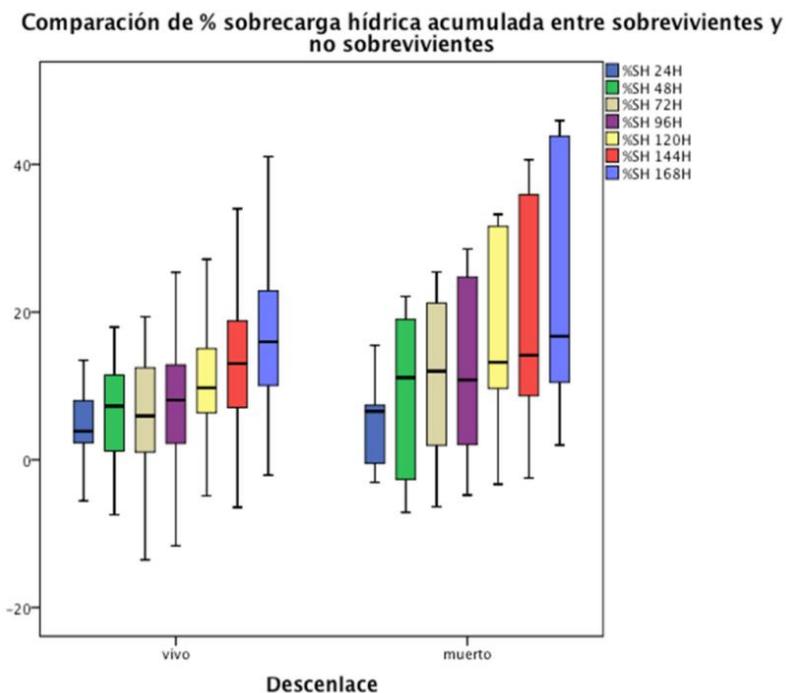
En la tabla 4 se observa el comportamiento del porcentaje de sobrecarga hídrica de los pacientes durante los primeros 7 días de estancia pos-quirúrgica. En esta se puede observar que el porcentaje de sobrecarga hídrica a las 72 y 96 horas postquirúrgicas mostraron una diferencia significativa entre grupos.

Tabla 4. Porcentaje de sobrecarga hídrica acumulado durante los primeros 7 días pos-quirúrgicos

	Descenlace						Valor de p
	Sobrevivientes			No sobrevivientes			
	Mediana	p25	p75	Mediana	p25	p75	valor de p
Porcentaje de sobrecarga hídrica							
%SH24H	3,87	2,32	8,01	5,14	-,16	7,18	0.5
%SH48H	7,26	1,20	11,46	9,03	-,90	13,74	0.1
%SH72H	5,93	1,05	12,46	13,01	1,98	20,72	0.01
%SH96H	8,06	2,23	12,85	6,56	2,06	24,74	0.05
%SH120H	9,74	6,38	15,05	11,76	8,91	31,59	0.2
%SH144H	13,02	7,07	18,79	14,16	8,68	35,90	0.09
%SH168H	15,97	10,08	22,87	16,72	10,49	43,82	0.7

En el gráfico1 se puede observar el comportamiento gráfico del porcentaje de sobrecarga hídrica en los 7 días evaluados. En este se puede observar valores mayores de porcentaje de sobrecarga hídrica de manera general en el grupo de no sobrevivientes.

Gráfico 1. Comportamiento gráfico del porcentaje de sobrecarga hídrica.



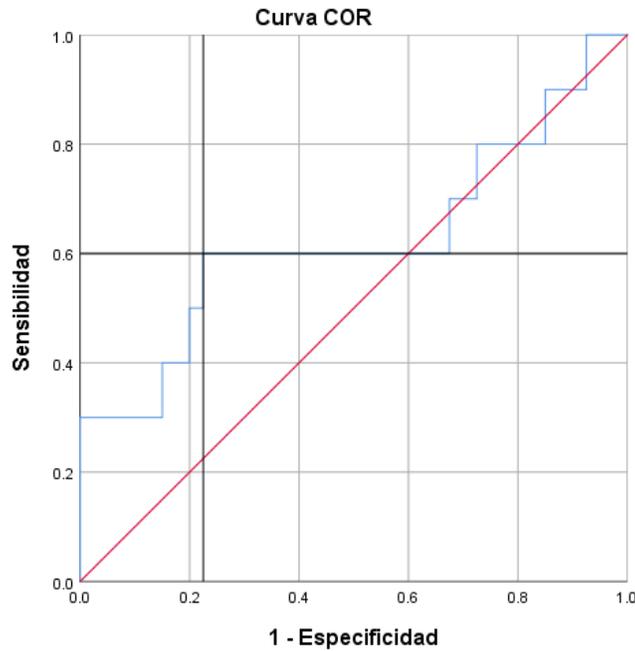
El resultado del análisis de regresión logística que se muestra en la tabla 5, en la que se puede observar que el porcentaje de sobrecarga hídrica a las 72h permaneció como un factor de riesgo independiente.

Tabla 5. Análisis de regresión logística

Análisis de regresión logística para predecir muerte		
Pacientes en general		
VARIABLES	BETA	OR
Peso (kg)	-1.253	0.2(0.06-0.4)
Delta lactato(unidades)	-0.211	1.3(1.2-3.5)
%SH 72H	0.082	1.2(1.1-1.4)
<b>Constante</b>	<b>1.841</b>	
Pacientes con evento de asistolia		
Delta lactato(unidades)	-1.253	1.3(1.2-1.7)
AKI (presente)	-0.211	4.5(1.2-7)
Desnutrición	0.082	3.2(1.2-3)
<b>Constante</b>	<b>1.841</b>	

En el gráfico 2 se muestra la curva ROC en la que se observó que el mejor punto de corte de porcentaje de sobrecarga hídrica asociado a la muerte de los pacientes operados de cirugía cardíaca con CEC es de 13% a las 72h postquirúrgicas, con un área bajo la curva de 0.625 (IC al 95% 0.39-0.85),

Gráfico 2. Curva ROC del porcentaje de Sobrecarga hídrica a las 72h postquirúrgicas y defunción



En la tabla 6 se observa que el porcentaje de sobrecarga hídrica a las 48 horas postquirúrgicas se asoció a ventilación mecánica prolongada, definida como necesidad de ventilación mecánica por más de 5 días.

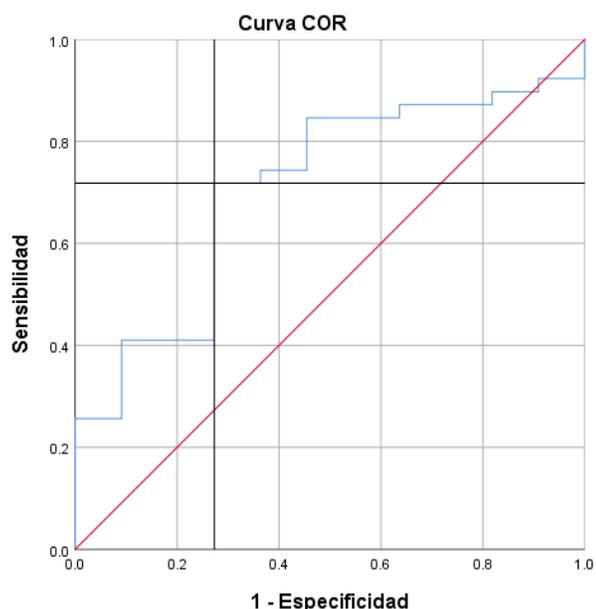
Tabla 6. Comparación del porcentaje de sobrecarga hídrica con la presencia de Ventilación Mecánica prolongada\*

	Descenlace						Valor de p
	Ventilación mecánica no prolongada			Ventilación mecánica prolongada			
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	valor de p
Porcentaje de sobrecarga hídrica							
%SH24H	3,18	-4	15,5	5,31	-5	15,48	0.2
%SH48H	0,33	-5	11,89	8,49	-7	22,13	<b>0.03</b>
%SH72H	3,31	-11	17,06	7,17	-13	25,43	0.2
%SH96H	2,63	-4	14,69	8,80	-11	28,54	0.06
%SH120H	8,20	-3	19,90	10,65	-10	33,24	0.2
%SH144H	12,29	-2	18,87	13,14	-15	40,62	0.4
%SH168H	13,19	-2	23,90	17,13	-17	45,93	0.3

\* Análisis mediante U de Mann-Whitney, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

En el gráfico 3 se muestra mediante curva ROC que el mejor punto de corte de porcentaje de sobrecarga hídrica para predecir la necesidad de ventilación mecánica prolongada en los pacientes operados de cirugía cardíaca con CEC es de 5% a las 48h postquirúrgicas, con un área bajo la curva de 0.709 (IC al 95% 0.54-0.87),

Gráfico 3. Curva ROC del porcentaje de Sobrecarga hídrica a las 48h postquirúrgicas y asociación con ventilación mecánica prolongada



En cuanto a la asociación de la sobrecarga hídrica con la estancia Prolongada, mayor a 10 días en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, no se mostró ninguna diferencia significativa

Tabla 6. Sobrecarga Hídrica y estancia prolongada\*

	Descenlace						Valor de p
	Estancia UCIN no prolongada			Estancia UCIN prolongada			
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	valor de p
Porcentaje de sobrecarga hídrica							
%SH24H	2,93	-5	15,5	5,31	-5	15,48	0.1
%SH48H	6,18	-5	11,89	8,43	-7	22,13	0.1
%SH72H	7,04	-13	17,06	5,99	-7	25,43	0.2
%SH96H	4,68	-11	14,69	8,24	-4	28,54	0.1
%SH120H	10,33	-10	19,9	9,79	-4	33,2	0.2
%SH144H	12,43	-15	18,87	13,14	-6	40,62	0.2
%SH168H	13,19	-17	23,90	15,98	-1	45,93	0.1

\* Análisis mediante U de Mann-Whitney, con valor de p estadísticamente significativo p<0.05

## DISCUSIÓN

La mortalidad en los recién nacidos con cardiopatías congénitas críticas que requieren cirugía bajo CEC, depende de muchos factores que han sido reportados, se han establecido desde escalas clínicas basadas en la tipo de cardiopatía (RASHS1) o bien el tipo de procedimiento (ARISTOTELES) entre otras; con respecto de la cirugía, se han asociado tiempo de CEC, tiempo de pinzamiento aórtico o de paro circulatorio o de Hipotermia (13): Con respecto a variables hemodinámicas y de laboratorio se ha estudiado la asociación con la cifra de lactato, de saturación venosa de oxígeno, glucemia, entre otras como el balance hídrico.(15)

El presente estudio indagó acerca el impacto de la sobrecarga hídrica postquirúrgica en la evolución de recién nacidos con cardiopatías congénitas postoperados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea, en este se observó que un gran porcentaje de pacientes operados desarrollan algún grado de sobrecarga hídrica postquirúrgica durante su evolución, observando mayores porcentajes en términos generales en el grupo de pacientes no sobrevivientes.

Estudios previos habían informado de que una sobrecarga hídrica mayor al 10-20% se asocia de manera significativa con una evolución desfavorable en niños críticamente enfermos (15, 17, 18).

En el presente estudio el análisis evidenció que el porcentaje de sobrecarga hídrica al tercer día postquirúrgico (72h) fue significativamente mayor en neonatos no sobrevivientes comparado con los sobrevivientes (13.01% vs 5.93%; con un valor de p de 0.01). Mediante un análisis multivariado se demostró que este porcentaje de sobrecarga hídrica al tercer día postquirúrgico permanecía como un factor de riesgo independiente predictor de mortalidad, con un OR ajustado de 1.2.

Posteriormente mediante curva ROC, se demostró que un porcentaje de sobrecarga hídrica igual o mayor al 13% en el tercer día postquirúrgico fue el punto de corte para predecir muerte, con un área bajo la curva de 0.625 (IC al 95% 0.39-0.85), en base a la ecuación utilizada para la estimación del porcentaje de sobrecarga hídrica,

Los resultados obtenidos, se asemejan a los hallazgos de Wilder y col (22), cuyo estudio, de características retrospectivas realizado también en población neonatal, demostró que una sobrecarga hídrica mayor o igual al 16% en el día tres postquirúrgico (con un área bajo

la curva= 0.71) es un factor de riesgo de peores desenlaces postquirúrgicos, que incluyen muerte, necesidad de terapia de sustitución renal y/o de terapia de circulación extracorpórea. En su análisis multivariado también se demostró que este porcentaje de sobrecarga hídrica también permanecía como factor de riesgo independiente asociados a tener un pobre desenlace clínico (OR ajustado = 3.7). Dichos resultados son muy similares a los encontrados en nuestro estudio de 13% vs 16% de sobrecarga hídrica al tercer día postquirúrgico, sin embargo, ellos incluyeron otros tipos de desenlaces además de la muerte de los pacientes.

Otro estudio realizado en población neonatal fue elaborado por Piggott y col (21), sin embargo, en este, solo se identificaron 8 pacientes no sobrevivientes, los cuales presentaron en forma general una sobrecarga hídrica >15% en las primeras 72hrs postquirúrgicas (8 vs 0,  $p < 0.001$ ).

Por otra parte, también se analizó la repercusión de la sobrecarga hídrica postquirúrgica sobre otros desenlaces, tales como necesidad de ventilación mecánica prolongada mayor a 5 días y estancia en la UCIN prolongada mayor a 10 días.

En el presente estudio no se encontró diferencia significativa en el porcentaje de sobrecarga hídrica en los primeros 7 días postquirúrgicos entre pacientes con y sin estancia en UCIN prolongada, probablemente porque la estancia de pacientes con peor evolución postquirúrgica fue más corta (2.5 vs 16.5 días,  $p < 0.0001$ ) debido a defunciones tempranas.

Sin embargo, si se observó que el porcentaje de sobrecarga hídrica en el segundo día postquirúrgico fue significativamente mayor en neonatos con ventilación mecánica prolongada (8.49% vs 0.33%; con un valor de  $p$  de 0.03). Mediante un análisis multivariado también se demostró que este porcentaje de sobrecarga hídrica al segundo día postquirúrgico permanecía como un factor asociado independiente predictor de ventilación mecánica prolongada, con un OR ajustado de 1.11.

De la misma manera, mediante curva ROC se encontró que un porcentaje de sobrecarga hídrica igual o mayor al 5% en el segundo día postquirúrgico fue el punto de corte para predecir la necesidad de ventilación mecánica prolongada, con un área bajo la curva de 0.709 (IC al 95% 0.54-0.87).

Resultados similares se observaron en dos estudios que fueron elaborados en población pediátrica. En el estudio elaborado por Hassinger y col (20) se realizó un análisis secundario en 98 pacientes pediátricos de 2 semanas a 18 años de edad en el que se observó que los pacientes con una sobrecarga hídrica postquirúrgica mayor al 5% al final del primer día postquirúrgico era más probable que requirieran ventilación mecánica prolongada. Y en el estudio de Delpachitra y col (27) se observó que los niños con un balance hídrico acumulado mayor o igual al 5% al día 2 postquirúrgico permanecieron un tiempo mayor en ventilación mecánica (211h (97-539) vs 93h (34-225);  $p>0.001$ ). Sin embargo, como se comentó, ambos estudios fueron elaborados en población pediátrica, semejante a lo que se observó en los neonatos incluidos en nuestro estudio.

Muchos factores juegan un rol en la sobrecarga hídrica post-cirugía cardíaca, incluidos la hemodilución presentada post bomba de circulación extracorpórea, la administración de líquidos y productos sanguíneos, la presencia de fuga capilar y la baja presión oncótica, el bajo gasto cardíaco y/o la presencia de disfunción renal. Aún no está del todo claro si prevenir o tratar la sobrecarga hídrica mejoraría la evolución portquirúrgica. (22) Sin embargo, se ha observado que en pacientes que requieren terapia de reemplazo renal continuo, el grado de sobrecarga hídrica al inicio de la terapia fue el predictor más consistente de sobrevida, sugiriendo que la prevención de una sobrecarga hídrica significativa es más efectiva para mejora la evolución de los pacientes que la remoción de líquidos una vez que la sobrecarga hídrica está establecida. (28) justificaría el que se inicie terapia sustitutiva con diálisis peritoneal aguda con el fin de manejar la sobrecarga desde las primeras horas postquirúrgicas y de hecho en alguna guía clínica de neonatos operados de TGA, se recomienda instalar un catéter para diálisis desde la cirugía con CEC. para instalar de manera temprana y preventiva el proceso dialítico (29,30,31)

Ha sido descrito que el manejo de estado de volemia en los neonatos operados de cirugía cardíaca es complejo, y se sugiere que a los niños intervenidos de cirugía cardíaca se les instale un catéter de diálisis peritoneal para descompresión abdominal y terapia de diálisis, algunos estudios han demostrado que el inicio de diálisis peritoneal temprana mejora la sobrevida de los pacientes. En nuestro estudio se observó que a la mitad de los pacientes incluidos se les realizó diálisis peritoneal, pero de manera más frecuente en pacientes del grupo no sobreviviente (65% vs 42.5%) sin una diferencia significativa entre grupos. A ningún paciente se le realizó hemodiálisis o terapia de sustitución renal lenta. Estos

resultados probablemente se deban a que, pese a que los pacientes no sobrevivientes les fue realizado el procedimiento de diálisis peritoneal con mayor frecuencia, esta se inició de manera más tardía (2 vs 0 días).

En términos generales, al igual que en los estudios previos, en nuestro estudio también se comprobó que la presencia de sobrecarga hídrica postquirúrgica en recién nacidos con cardiopatías congénitas sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea es un factor predictivo de muerte y necesidad de ventilación mecánica prolongada, por lo que se deben hacer esfuerzos para identificarla, prevenirla y tratarla en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales. Se requieren de más estudios que comprueben la consistencia de los resultados y que evalúen las diferentes estrategias terapéuticas disponibles para tratar la sobrecarga hídrica en recién nacidos, incluyendo el inicio temprano de terapia de diálisis peritoneal, hemodiálisis o terapia de sustitución renal lenta continua, el uso de las diferentes familias de diuréticos y otros medicamentos que han demostrado buenos resultados en estudios de investigación en neonatos y niños (furosemida, ácido etacrínico, péptido natriurético tipo B sintético, fenoldopam) y el manejo conservador de líquidos y de productos sanguíneos, que permitan mantener balances hídricos neutros a negativos durante la evolución postquirúrgica de los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea.

## CONCLUSIONES

1. Un balance hídrico acumulado porcentual  $> 13\%$  a las 72hrs postquirúrgicas incrementa la mortalidad en los recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.
2. Un balance hídrico acumulado porcentual  $>5\%$  a las 48hrs postquirúrgicas se asocia a una ventilación mecánica prolongada mayor a 5 días en recién nacidos postoperados de cirugía cardíaca que requieren circulación extracorpórea.
3. No se encontró asociación del balance hídrico acumulado porcentual y la estancia en UCIN prolongada mayor a 10 días.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1. La principal es la naturaleza retrospectiva del estudio, y aunque se pudieron revisar el 90% de los expedientes de los pacientes que cubrieron los criterios de selección, el cálculo del balance hídrico se basó en lo reportado por hojas de enfermería durante cada uno de los turnos (3 en 24h) y podría haber sesgos, los cuales se disminuirían en un estudio prospectivo y multicéntrico, en el cual se podría mantener rigor en el registro de los ingresos de líquidos y de las pérdidas, variación y estandarización del peso de los neonatos, entre otras variables, que podría dar más validez a los resultados de nuestro estudio si los hallazgos fueran consistentes.
2. No obstante el haber realizado el análisis de esta cohorte con la estrategia de casos y controles, incrementa la validez, ya que se logró controlar las variables de confusión.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Benjamin Emelia J, et al. Heart Disease and Stroke Statistic 2018 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;137(12): e67-492.
2. Van der Linde D, Konings EEM, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJM, et al. Birth Prevalence of Congenital Heart Disease World wide: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(21): 2241–7.
3. Hartman RJ, Rasmussen SA, Botto LD, Riehle-Colarusso T, Martin CL, Cragan JD, et al. The Contribution of Chromosomal Abnormalities to Congenital Heart Defects: A Population-Based Study. *Pediatr Cardiol*. 2011;32(8):1147–57.
4. Centers for Disease Control and Prevention. Racial differences by gestational age in neonatal death attributable to congenital heart defects-United States 2003-2006. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2010; 59(37): 1208-1211
5. Vázquez-Antona C, Alva C, Yañez-Gutierrez L, Márquez-González H. Las cardiopatías congénitas en el 2018. La realidad de las cardiopatías congénitas en México. *Gac Med Mex*. 2018; 154(6): 698-711.
6. Castillo-Espínola 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. *Arch Cardiol México*. 2018;88(1):1–8.
7. Lelong N, Goffinet F, Khoshnood B. et al. Epidemiology of Congenital Heart Defects (CHD): Results from a Prospective, Population-Based Cohort Study (EPICARD). *J Neonatal Biol*. 2017;6(2):2-3.
8. Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratinam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;3 :1-75.
9. Puri K, Allen HD, Qureshi AM. Congenital Heart Disease. *Pediatr Rev*. 2017;38(10):472.
10. Krishnamurthy G, Ratner V, Bacha E. Neonatal Cardiac Care, a Perspective. *Pediatr Surg Semin Thorac Cardiovascular Surg Annu*. 2013; 16(1): 21-31.
11. Kempny A, Dimopoulos K, Uebing A, Diller GP, Rosendahl U, Belitsis G, et al. Outcome of cardiac surgery in patients with congenital heart disease in England between 1997 and 2015. *PloS One*. 2017;12(6): 1-15

12. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH, Iezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123(1):110-8.
13. Kansy A, Tobota Z, Maruszewski P, Maruszewski B. Analysis of 14,843 Neonatal Congenital Heart Surgical Procedures in the European Association for Cardiothoracic Surgery Congenital Data base. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(4):1255–9.
14. Uchimido R, Schmidt EP, Shapiro NI. The glycocalyx: a novel diagnostic and therapeutic target in sepsis. *Crit Care.* 2019;23(1):2-12.
15. Raina R, Sethi SK, Wadhvani N, Vemuganti M, Krishnappa V, Bansal SB. Fluid Overload in Critically Ill Children. *Front Pediatr.* 2018;6:306.
16. Askenazi D, Selewski D, Willig L, Warady BA. Acute Kidney Injury and Chronic Kidney Disease. En: Gleason CA, Juul SE, editors. *Avery's Diseases of the Newborn (Tenth Edition)*. Philadelphia: Elsevier; 2018. 1289-1290
17. Alobaidi R, Morgan C, Basu RK, 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.
18. Lex DJ, Tóth R, Czobor NR, Alexander SI, Breuer T, Sági E, et al. Fluid Overload Is Associated With Higher Mortality and Morbidity in Pediatric Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2016;17(4): 307-14.
19. 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.
20. Hassinger AB, Wald EL, Goodman DM. Early Postoperative Fluid Overload Precedes Acute Kidney Injury and Is Associated With Higher Morbidity in Pediatric Cardiac Surgery Patients. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15(2):131-138.
21. Piggott KD, Soni M, Decampoli WM, Ramirez JA, Holbein D, Fakioglu H, et al. Acute Kidney Injury and Fluid Overload in Neonates Following Surgery for Congenital Heart Disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2015;6(3):401–6.
22. Wilder NS, Yu S, Donohue JE, Goldberg CS, Blatt NB. Fluid Overload Is Associated With Late Poor Outcomes in Neonates Following Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2016;17(5):420-7.
23. Goldstein SL, Currier H, Graf JM, Cosio CC, Brewer ED, Sachdeva R. Outcome in Children Receiving Continuous Venovenous Hemofiltration. *Pediatrics.* 2001;107(6):1309-12.

24. Van Asperen Y, Brand PL, Bekhof J. Reliability of the fluid balance in neonates. *Acta Paediatr.* 2012;101(5):479–83.
25. Basu RK, Chawla LS, Wheeler DS, Goldstein SL. Renal angina: an emerging paradigm to identify children at risk for acute kidney injury. *Pediatr Nephrol.* 2012;27(7):1067–78.
26. Shi S, Zhao Z, Liu X, Shu Q, Tan L, Lin R, et al. Perioperative Risk Factors for Prolonged Mechanical Ventilation Following Cardiac Surgery in Neonates and Young Infants. *Chest.* 2008;134(4):768–74.
27. Delpachitra MR, Namachivayam SP, Millar J, Delzoppo C, Butt WW. A Case-Control Analysis of Postoperative Fluid Balance and Mortality After Pediatric Cardiac Surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18(7):614–22.
28. Selewski DT, Cornell TT, Blatt NB. Fluid overload and fluid removal in pediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation requiring continuous renal replacement therapy. *Crit Care Med* 2012; 40:2694–2699
29. Carlisle MA, Soranno DE, Basu RK, Gist KM. Acute Kidney Injury and Fluid Overload in Pediatric Cardiac Surgery. *Curr Treat Options Pediatr.* 2019;5(4):326-342.
30. Özker E, Saritaş B, Vuran C, et al. Early initiation of peritoneal dialysis after arterial switch operations in newborn patients. *Ren Fail.* 2013;35(2):204-209.
31. Gist KM, Henry BM, Borasino S, Rahman AKMF, Webb T, Hock KM, Kim JS, Smood B, Mosher Z, Alten JA. Prophylactic Peritoneal Dialysis After the Arterial Switch Operation: A Retrospective Cohort Study. *Ann Thorac Surg.* 2021;111(2):655-661.

## ANEXO 1:HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### INFORMACION PREQUIRURGICA:

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

No. De Afiliación: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_ Masculino Edad: \_\_\_\_\_ días

Prematuro: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ SDG: \_\_\_\_\_ EGC: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ kg Talla: \_\_\_\_\_ cm Estado nutricional: \_\_\_\_\_

Anormalidades estructurales no cardíacas concomitantes: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Riesgo Anestésico ASA: I \_\_\_\_\_ II \_\_\_\_\_ III \_\_\_\_\_ IV \_\_\_\_\_ V \_\_\_\_\_ VI \_\_\_\_\_

Riesgo o complejidad quirúrgica RACHS-1: 1 \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

Tipo de Cardiopatía congénita: \_\_\_\_\_

Cianógena: \_\_\_\_\_ Acianógena: \_\_\_\_\_

Tiempo de estancia en la UCIN previo al procedimiento quirúrgico: \_\_\_\_\_ días

Uso de inotrópicos previo al procedimiento quirúrgico: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Cr: \_\_\_\_\_

### INFORMACION TRANSQUIRURGICA:

Duración de circulación extracorpórea: \_\_\_\_\_ min

Pinzamiento aórtico: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_ min

Arresto circulatorio: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_ min

Esternotomía abierta: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_ min

Balance hídrico al término de la cirugía: \_\_\_\_\_ ml

### INFORMACION POSTQUIRURGICA:

Días de estancia en UCIN: \_\_\_\_\_ días Días de VMA: \_\_\_\_\_ días

Inicio de DP: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tiempo para inicio de DP: \_\_\_\_\_ h

Inicio de HD o TSRLC: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Tiempo para inicio de HD o TSRLC: \_\_\_\_\_ h

Lactato al ingreso: \_\_\_\_\_ Evento de paro cardiorrespiratorio: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Cr al ingreso: \_\_\_\_\_ AKI: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Infección nosocomial: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Vivo/muerto (día postqx)
Ingresos(ml)								
Egresos(ml)								
Perdidas insensibles(ml)								
Balance hídrico(ml)								
Balance hídrico acumulado(ml)								
Balance hídrico acumulado porcentual (BH total desde el ingreso (L)/ peso (kg) X 100)								
Volumen urinario (uresis (ml) / peso (kg))								
Volumen urinario por hora (uresis (ml) / peso (kg) / hr)								
Número de cargas (cristaloide / coloide)								
Lactato más alto								
Hco3 más bajo								
Cr más alta								