



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

HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

TESIS:

“EFECTOS DE LA ULTRAFILTRACIÓN MODIFICADA EN CIRUGÍA
 CARDÍACA PEDIÁTRICA CON DERIVACIÓN
 CARDIOPULMONAR”.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

PEDIATRÍA

PRESENTA

DRA. KIN YOLLOTL GALVÁN MORALES

DIRECTOR DE TESIS

DR. CARLOS ALCÁNTARA NOGUEZ



Ciudad de México, FEBRERO 2019



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).

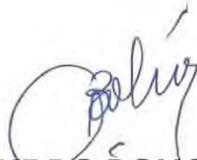
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

**DRA. REBECA GÓMEZ CHICO VELASCO
DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO**

TUTORES:



**DR. CARLOS ALCÁNTARA NOGUEZ
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA
CARDIOVASCULAR DEL HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO
FEDERICO GÓMEZ**



**DR. ALEJANDRO BOLIO CERDÁN
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA CARDIOVASCULAR DEL
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO
FEDERICO GÓMEZ**

INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES.....	4, 5
MARCO TEÓRICO.....	6-12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
HIPOTESIS:.....	14
METODOLOGÍA.....	15, 16
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	16
ASPECTOS ÉTICOS	17
PLAN ESTADÍSTICO.....	17, 18
DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	18-20
RESULTADOS.....	21-27
DISCUSIÓN.....	27, 30
CONCLUSIÓN.....	30
LIMITACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32, 33
ANEXOS.....	35, 36

RESUMEN**“EFECTOS DE LA ULTRAFILTRACIÓN MODIFICADA EN CIRUGÍA CARDÍACA PEDIÁTRICA CON DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR”.**

La presente tesis pretende evaluar las condiciones clínicas de los pacientes pediátricos en quienes se realiza cirugía cardíaca con derivación cardiopulmonar (DCP) sometidos a ultrafiltración modificada (UFM) comparados con aquellos que no se sometieron a dicho procedimiento en el servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Infantil de México Federico Gómez, en el periodo comprendido del 2015-2017.

Tomando en cuenta la población tan grande de niños con cardiopatías congénitas con la que cuenta el instituto, y las cirugías cardíacas que se realizan en él, creemos que es importante investigar los efectos que tienen dichos procedimientos en el estado clínico inmediato de los pacientes, que además repercute en la evolución y pronóstico de los mismos. Se realiza un estudio mixto, prospectivo y retrospectivo de tipo comparativo del año 2016-2017, que consta de 2 etapas: la primera, con revisión de expedientes de todos los pacientes que no recibieron UFM durante el procedimiento quirúrgico en el periodo comprendido del 01.09.15 al 29.04.16. La segunda parte, prospectiva, en la que se realiza recolección de datos a través de formatos que son llenados antes, durante y después de la cirugía, del 1.05.17 al 29-05-18. Basados en controles de laboratorio y concluyendo con la comparación de dichos resultados entre ambos grupos.

Con el objetivo principal de obtener resultados que reflejen los beneficios sobre el estado postoperatorio inmediato de estos pacientes en México; estableciendo parámetros para realizar la UFM y que sea comparable con otros estudios alrededor del mundo, además de contar con la experiencia del Hospital Infantil de México Federico Gómez plasmada en un documento asequible para otras instituciones y como parte importante en la formación académica y de investigación promovidas por nuestro Instituto.

I. INTRODUCCIÓN

La derivación cardiopulmonar (DCP) es una técnica que se utiliza en cirugía cardíaca abierta como parte del procedimiento y de forma obligada para permitir un área de trabajo a corazón abierto, sin embargo, al utilizar un sistema externo y ajeno a los reservorios naturales del organismo, se ha comprobado que estimula la respuesta inflamatoria a nivel sistémico y pulmonar, con el aumento consecuente en tasas de morbilidad y mortalidad después de la cirugía. El uso de la DCP produce una respuesta relacionada a lesión por isquemia- reperfusión de los tejidos, hemodilución, coagulopatía, y requerimientos de transfusión de hemoderivados; afectando de manera importante a órganos vitales, principalmente cerebro, pulmón y riñón. Debido a esto es que se han implementado distintas medidas para disminuir los efectos deletéreos de la DCP, entre ellos, el uso de potentes antiinflamatorios, manejo con diuréticos, y uso de hemofiltración. En 1991, Naik et al. propusieron una técnica de ultrafiltrado aplicada originalmente en población pediátrica (3), la cual se diferencia de otras técnicas ya propuestas por realizarse una vez terminada la DCP y con la que se han visto menores efectos de hemodilución, promoviendo la remoción de sustancias tóxicas y proinflamatorias mejorando el estado hemodinámico, pulmonar, de coagulación y otras funciones importantes en el periodo postoperatorio. Todo ello resultando en un pronóstico más alentador y en la disminución de los eventos adversos relacionados a la práctica de DCP.

II. ANTECEDENTES

En México se estima que nacen entre 12 y 16 mil niños con cardiopatías congénitas cada año, y se considera la primera causa de hospitalización en recién nacidos con malformaciones congénitas. De acuerdo con el reporte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2015, representan la segunda causa de muerte en niños mexicanos menores de 5 años y la tercera en menores de 14 años (1).

Con el advenimiento de la cirugía cardíaca se ha logrado mejorar la esperanza de vida de estos niños, evolucionando a través del tiempo con técnicas y procedimientos cada vez más complejos y refinados para lograr no sólo la corrección de los defectos congénitos, sino una mejor calidad de vida. En la corrección de estas cardiopatías se ha utilizado derivación cardiopulmonar (DCP) como un método imprescindible en esta práctica, debido a la necesidad de contar con un sistema que mantenga la circulación y perfusión hacia todos los órganos y tejidos sin comprometer la integridad de los mismos. Sin embargo, a pesar de la importancia de su realización, se han documentado múltiples efectos secundarios relacionados a un peor pronóstico en estas cirugías; ya que el uso de DCP expone a los pacientes a hemodilución e hipotermia, asociados frecuentemente con isquemia tisular, así como estimulación de la respuesta inflamatoria sistémica con acumulación excesiva de líquido corporal además de la disfunción orgánica posterior a la DCP, especialmente del corazón, pulmones y cerebro que puede resultar en un aumento importante de la morbilidad y mortalidad postoperatorias. (2) Dentro de los efectos principales están: la activación del complemento que ocurre tanto por la vía alterna (estimulada por el contacto con superficies sin endotelio, endotoxinas y kalikreina) como en la vía clásica (uso de protamina) (21). Los neutrófilos se activan por diversos estímulos los cuales incluyen contacto con superficie sintética, endotoxinas, citocinas, complemento, factor activador de plaquetas e isquemia-reperfusión. Una vez activados, los neutrófilos comienzan el proceso de adherencia endotelial y migración con la liberación de proteasas y radicales libres (21). Las cininas son potentes péptidos vasodilatadores que participan en la inflamación produciendo un incremento en la permeabilidad vascular (22). Las citocinas son producidas por monocitos, macrófagos, linfocitos y células endoteliales. Su producción es estimulada por el fenómeno de isquemia-reperfusión, activación del complemento, liberación de endotoxinas y posteriormente es magnificado por el efecto de otras citocinas. Las citocinas pueden ser protectoras o dañinas dependiendo de su concentración, la célula en la que actúan y la presencia de otras citosinas, las más importantes producidas

durante la DCP son las proinflamatorias como factor de necrosis tumoral alfa (FNT α), interleucina 1, IL6, IL8 (23). Los niveles de FNT α , IL1, IL6 e IL8 incrementan después de la DCP y participan en la respuesta inflamatoria aguda. La IL1 y el FNT α inician la respuesta inflamatoria y son pirógenas. El FNT α facilita la interacción leucocito-endotelio y su elevación en el postoperatorio se ha correlacionado con el síndrome de fuga capilar y se ha visto en estudios animales que tiene un efecto inotrópico negativo. Las IL 10 y 1 son citocinas antiinflamatorias cuya función es limitar la producción de citocinas proinflamatorias (23).

Debido a la amplia respuesta y activación de todas estas sustancias, se han implementado una serie de técnicas y procedimientos adicionales con el propósito de disminuir los efectos secundarios, dentro de los que se incluyen la ultrafiltración durante la DCP, diálisis peritoneal postoperatoria, hemofiltración arterio - venosa continua en el posoperatorio, y manejo agresivo con antidiuréticos (2).

Hasta ahora, una de las técnicas que han demostrado mejor eficacia es la ultrafiltración de la sangre, en la cual son removidos agua y solutos de bajo peso molecular del plasma, entre ellos metabolitos tóxicos y sustancias proinflamatorias, usando fuerzas hidrostáticas a través de una membrana semipermeable (2).

En la cirugía cardíaca pediátrica hay dos conceptos importantes en el uso de ultrafiltración. La ultrafiltración convencional (UFC), que involucra la ultrafiltración durante el proceso de recalentamiento de la bomba extracorpórea, donde el paciente permanece en bomba, por lo cual el volumen removido está limitado por el volumen del circuito. En contraste, la ultrafiltración modificada (UFM) se realiza posterior a discontinuar la bomba de circulación extracorpórea y es independiente del volumen del circuito. Debido a esta diferencia técnica, se puede remover mayor cantidad de líquido con la UFM que con UFC, lo cual se traduce en mayor eficacia para disminuir los efectos deletéreos de la hemodilución (3).

La técnica modificada de ultrafiltrado se introdujo en 1991 por Naik et al. (3) y esta se realiza posterior al término de la DCP por lo que se puede disminuir el exceso hídrico y mejorar la condición clínica al remover mediadores proinflamatorios, así como metabolitos tóxicos como el lactato. Los factores que contribuyen a que se desencadene la respuesta inflamatoria sistémica incluyen el contacto de los componentes del sistema humoral sanguíneo con la superficie sintética del circuito extracorpóreo, además de la activación de leucocitos y del endotelio después de la reperfusión o isquemia de los tejidos (4)

III. MARCO TEÓRICO

Dentro de los avances más destacados en cirugía cardiovascular se encuentra el uso de bombas de derivación cardiopulmonar, también conocidas como bombas de circulación extracorpórea, las cuales permiten corrección quirúrgica a corazón abierto de distintas patologías sin interferir en la disposición de oxígeno y nutrientes hacia los distintos órganos y tejidos del organismo una vez que se ha detenido el funcionamiento cardíaco. Dicho procedimiento ha ido evolucionando desde su advenimiento en los años 50`s hasta nuestros días. El uso de esta técnica incorpora un circuito extracorporeal para proveer un soporte fisiológico en el cual se drena sangre del corazón y pulmones a través de una cánula venosa y una serie de tubos hacia un reservorio, del cual se regresa sangre oxigenada por una cánula arterial utilizando una bomba y pulmón artificiales (14).

Sin embargo, a pesar de los beneficios obtenidos, se sabe de los efectos adversos secundarios, destacando la activación de mediadores proinflamatorios por la respuesta sistémica que induce y las alteraciones en todos los niveles y en tejidos de importancia vital como cerebro, pulmón y riñones; condicionando un riesgo mayor de falla orgánica múltiple, lesión tisular, coagulopatías, y demás afecciones que van en detrimento de la respuesta a la cirugía empobreciendo el pronóstico en el post quirúrgico inmediato.

Actualmente, las mejoras en la tecnología de esta técnica han reducido la morbimortalidad de forma significativa en la reparación de defectos cardíacos congénitos, incluso en neonatos muy pequeños.

III.1. EFECTOS DE LA DCP EN CIRUGÍAS CARDÍACAS

Se considera que la DCP es un proceso no fisiológico, el cual lleva a alteraciones desfavorables como cambios hemodinámicos. En el circuito de DCP, se activan leucocitos debido al contacto de la sangre con un material externo, lo que conlleva a la liberación de factores citotóxicos, así como mediadores proinflamatorios, destacando: factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), interleucina-6 (IL-6), interleucina-8 (IL-8), y elastasa leucocitaria. Considerados los mediadores principales de la disfunción orgánica y morbilidad posoperatorias.

Durante la DCP, se induce un paro cardíaco mediante hipotermia controlada, lo cual aumenta el líquido intersticial miocárdico. Además de que la isquemia predispone al corazón a una acumulación de líquido posterior al retorno coronario (19).

III.2. FUNCIÓN RESPIRATORIA

Dentro de los efectos más comunes se encuentra la afección respiratoria, en la que la disfunción pulmonar que ocurre después de la DCP se puede medir a través de cambios en el gradiente de oxigenación alveolo-arterial, cortocircuitos intrapulmonares, grado de edema pulmonar, distensión pulmonar y resistencia vascular pulmonar. Durante la DCP disminuyen los niveles séricos de albúmina y la fuerza coloidosmótica aumentando la fuerza de filtración capilar. Dichos cambios pueden llevar al aumento de líquido plasmático en el espacio intersticial, lo que reduce la distensión pulmonar afectando el intercambio gaseoso. Después del pinzamiento aórtico, los pulmones entran en isquemia y metabolismo anaerobio que produce metabolitos hacia el líquido intersticial, una vez despinzada la aorta y cuando la sangre oxigenada fluye de nuevo hacia los pulmones, se liberan radicales libres de oxígeno y agentes tóxicos ocasionando lesión por isquemia-reperfusión, adicionado a la producción de sustancias proinflamatorias.

Hay un estudio en el que se involucraron 400 pacientes que habían sido sometidos a algún tipo de cirugía cardiovascular, donde se reportó una disminución de aproximadamente el 40% de la dinámica pulmonar en las primeras 4 horas del posoperatorio y en el gradiente de oxigenación alveolo-arterial en las primeras 24 horas (7). Sin embargo, la repercusión clínica de la lesión pulmonar varía ampliamente, desde una condición indetectable, hasta una falla pulmonar severa. En un nivel molecular, los mecanismos por los cuales se llega a la falla pulmonar no están bien clarificados, a pesar de ello hay estudios que resaltan la importancia de la activación celular durante la lesión inflamatoria aguda. Neutrófilos, monocitos, y macrófagos, así como células endoteliales se activan, resultando en una respuesta local y sistémica con secreción de mediadores proinflamatorios. De forma similar, la DCP que induce lesión pulmonar se ha asociado a la activación del complemento, leucocitos y células endoteliales, así como la secreción de citocinas y otros mediadores proinflamatorios (8).

III.3. HEMODILUCIÓN

Otro efecto deletéreo ha sido la hemodilución como factor principal de mal pronóstico; existen múltiples estudios que han identificado la asociación entre el valor de hematocrito y el riesgo de mortalidad intrahospitalaria, así como otros eventos adversos (9). DeFoe et al. Reportaron resultados de un estudio multicéntrico de 6980 pacientes con cirugía cardíaca, donde los pacientes con un hematocrito menor o igual a 19% tenían el doble de riesgo de mortalidad que los pacientes con un valor de 25% (10). Por otro lado, Habib et al, analizaron retrospectivamente a 5000 pacientes que se sometieron a cirugía cardíaca con DCP y encontraron que complicaciones como: EVC, infarto agudo al miocardio, datos clínicos de bajo gasto, paro cardíaco, falla renal, ventilación prolongada, edema pulmonar, reintervenciones por hemorragias, sepsis y falla orgánica múltiple, se asociaban a valores de hematocrito por debajo del 22% (11). Además, existen otros estudios donde se ha identificado la asociación entre los valores de hematocrito y lesión renal. Swaminathan et al. realizaron un estudio con 1404 pacientes a los que se les realizó cirugía cardíaca encontrando una relación estrecha entre el valor de hematocrito durante la DCP y el aumento de los niveles de creatinina que daban como resultado deterioro en la función renal y complicaciones asociadas. Existen además, otros estudios en los que se establece que una disminución del área de contacto con la bomba de DCP reduce la frecuencia de valores bajos de hematocrito y por lo tanto reduce la necesidad de transfusiones de hemoderivados, tomando en cuenta todos los eventos adversos asociados a la transfusión de componentes sanguíneos como: infecciones, lesión renal aguda, aumento en días de estancia hospitalaria, además de ser un predictor de mortalidad a los 5 años (9).

III.4. EDEMA TISULAR

El agua corporal total aumenta como resultado de la permeabilidad capilar que a menudo conduce a edema tisular seguido de falla orgánica múltiple, principalmente en pulmones, corazón y cerebro, el agua corporal total generalmente incrementa de un 11% a un 18% en el periodo posterior a DCP. Algunas de las causas incluyen hemodilución, hipotermia (inducida

durante el procedimiento como protección cardíaca), niños pequeños y duración prolongada de la estancia en bomba (18).

III.5. RESPUESTA INFLAMATORIA

En cuanto a los efectos sobre la respuesta inflamatoria, se cree que las citocinas son los mediadores más importantes en la respuesta sistémica durante la cirugía cardíaca con DCP. A destacar: interleucina (IL)-1b, factor de necrosis tumoral-a (TNF)-a, IL-6, e IL-8. Las cuales son detectables en sangre periférica en el posoperatorio inmediato. Las citocinas proinflamatorias son reguladas casi de inmediato por otras citosinas como : IL-10, receptor antagonista de interleucina 1 (IL-1ra), y receptores solubles de TNF (TNFsr). Y es esta actividad contrarreguladora de la que depende el daño a otros órganos. A diferencia de los adultos, la respuesta inflamatoria en niños se ha descrito muy poco en estudios a pesar de ser una parte crítica en el pronóstico y recuperación posquirúrgica. Además de que hay muy pocos estudios que demuestren los valores de los mismos en tejido dañado a un nivel molecular (12). Se han descrito diversos mecanismos por los cuales se activan todos estos sistemas, siendo importante el hecho de que la sangre entra en contacto directo con superficies externas al organismo y creando una respuesta a ello, se ha reportado además la asociación entre procesos inflamatorios y daño cerebral entre los cuales destacan: aumento de la permeabilidad capilar, activación del complemento, activación de neutrófilos y activación de proteasas. Con el tiempo se han creado métodos y dispositivos, incluyendo cubiertas biocompatibles, circuitos de bomba de DCP más pequeños y filtros que disminuyan la cantidad de leucocitos así como el uso de fármacos antiinflamatorios que han demostrado disminución en esta respuesta. Hay estudios donde se ha corroborado la eficacia del uso de dispositivos biocompatibles, los cuales disminuyen los días de ventilación mecánica invasiva, días de estancia hospitalaria, y requerimientos de hemotransfusiones (13).

III.6. TÉCNICA DE ULTRAFILTRACIÓN

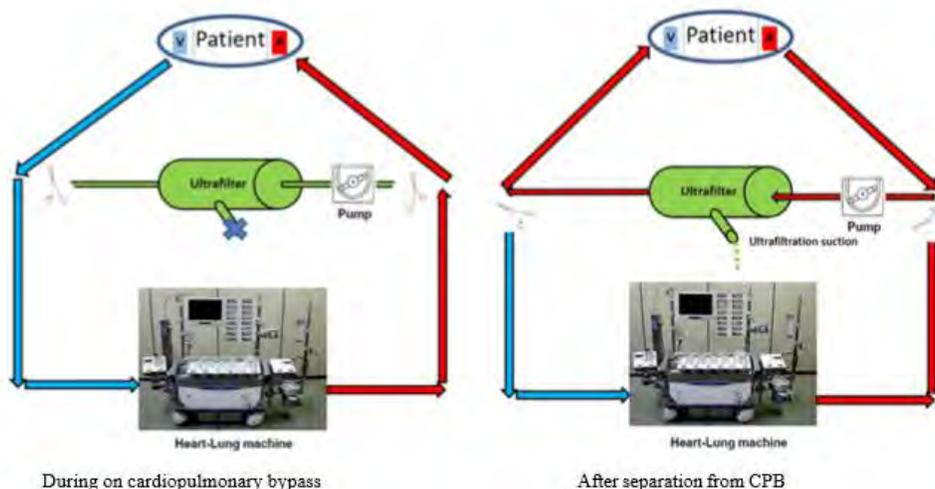
Se han desarrollado varias técnicas para disminuir el aumento del agua corporal total después de la DCP, incluyendo ultrafiltración durante la DCP, diálisis peritoneal postoperatoria,

hemofiltración continua arterio-venosa e incluso el manejo agresivo con diuréticos. Sin embargo ninguna de estas técnicas ha demostrado una eficacia global que cubra todos los efectos adversos relacionados a la DCP, comentados previamente, además de que representan otros riesgos para un paciente inestable y tan susceptible. Hasta ahora, el único que ha demostrado esa eficacia ha sido la ultrafiltración, la cual se refiere a un proceso en el que se remueve líquido y solutos de bajo peso molecular de la sangre a través de una membrana semipermeable por un gradiente de presión hidrostática, en el cual, la composición del ultrafiltrado está directamente relacionada con el tamaño de los poros del filtro. Este procedimiento se ha utilizado exitosamente para reducir la cantidad de agua y por consiguiente disminuir el edema de tejidos en cirugías de corazón abierto. Aunado a esto, se sugiere que la ultrafiltración es efectiva en la remoción de mediadores inflamatorios durante la DCP (15).

Podemos diferenciar dos técnicas de hemofiltración:

1. CONVENCIONAL.- Se lleva a cabo durante la fase de recalentamiento de la DCP, donde la entrada del ultrafiltro se coloca distal al oxigenador y su salida se posiciona en el depósito venoso.
2. MODIFICADA.- La principal diferencia es que se realiza una vez que ha terminado la DCP.

Tabla 1. Diferencia entre UFM y UFC



La diferencia radica en que el volumen que se puede remover durante la ultrafiltración convencional depende del volumen total del reservorio venoso, por lo que la UFC provee una habilidad limitada de remover el exceso de líquido y así disminuir el riesgo de hemodilución. Debido a estas consideraciones, fue que Naik et al., introdujeron la técnica modificada, basados en un estudio en el que se comparó la eficacia de no recibir ultrafiltración o recibirla; los cambios en el agua corporal total se midieron con ayuda de impedancia bioeléctrica y se vio que el volumen que se obtenía durante la UFM era mucho mayor que aquellos en los que se realizó después de la DCP. En otro estudio de tipo ensayo clínico aleatorizado, se documentó disminución en las pérdidas sanguíneas posoperatorias, así como menor uso de transfusiones comparado con no ultrafiltración. Inesperadamente, la UFM resultó en un aumento significativo de la TA, en otro estudio, se demostró un aumento en el índice cardíaco y disminución en las resistencias vasculares pulmonares. Los beneficios hemodinámicos de la UFM se relacionaron directamente con el aumento del hematocrito y el aumento de la hemoconcentración (24). Naik y cols. Aplicaron la siguiente técnica en el Hospital Pediátrico de Londres hace más de 20 años. En ésta técnica, la línea arterial se conecta a la entrada del filtro y la línea venosa a la salida del mismo en el circuito de DCP. La entrada del filtro fue pinzada durante la DCP, el pinzamiento se separa del DCP y se quita e la entrada de filtro. La sangre fluye por la línea arteria y hacia el filtro (10-15 ml/kg/min) (3).

III.7. OBJETIVOS FINALES DE UFM

Están encaminados a eliminar el exceso de líquido, mantener una hemoconcentración con hematocrito posterior a DCP entre el 25 y 30% y remover las sustancias proinflamatorias, mejorar la función ventricular izquierda, mejorar el gradiente de oxigenación y la complianza pulmonar y disminuir los eventos de hipertensión pulmonar, disminuir la ventilación mecánica asistida, así como derrames pleurales. A pesar de que en la literatura existen evidencias favorables en relación a los beneficios de esta técnica, los estudios hasta ahora presentados siguen sin ser concluyentes, especialmente en la población pediátrica no neonatal (5).

La coagulopatía posterior a DCP es bien conocida, algunos estudios describen que la UFM ha disminuido la coagulopatía relacionada a DCP. Ootaki et al. estudiaron 7 niños sometidos a cirugía cardíaca, donde explican que la UFM está asociada a un aumento considerable de

plaquetas, hematocrito y albúmina. El sangrado y necesidad de transfusión en el periodo postoperatorio tiene múltiples esquemas y la necesidad de transfusión en periodo posoperatorio tiene múltiples factores que incluyen la hemodilución, fibrinólisis, y activación plaquetaria. La UFM mejoró la hemostasia en el periodo posterior a DCP con efectos útiles respecto a la pérdida sanguínea y requerimientos de transfusión sanguínea después de la cirugía. La necesidad de paquetes eritrocitarios, plasma fresco congelado, crioprecipitados y plaquetas se ve disminuida en los pacientes que ingresaron a UFM, incluso en los pacientes con hipotermia inducida profunda. (20)

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes con cardiopatías congénitas intervenidos quirúrgicamente con apoyo de derivación cardiopulmonar (DCP) presentan una serie de efectos secundarios de importancia para el pronóstico y que determinan el aumento de la morbilidad y mortalidad de esta población. La respuesta inflamatoria sistémica que se presenta posterior a la exposición de la DCP es resultado de un gran número de mediadores proinflamatorios, así como las complicaciones asociadas a sobrecarga hídrica, hemodilución y alteraciones de la coagulación. En el pasado se habían instaurado procedimientos y tratamientos que disminuyeran estos efectos, sin embargo no se había demostrado su eficacia y beneficios, hasta el advenimiento de la ultrafiltración modificada, que a pesar de no ser totalmente inocua, es la técnica más aceptada a nivel mundial para contrarrestar las alteraciones producidas por la DCP con la evidencia suficiente de que mejora el estado clínico de los pacientes. Actualmente en el Hospital Infantil de México se realizan aproximadamente 150 cirugías de corrección de cardiopatías congénitas por año, y desde el 2016 se emplea la UFM de forma rutinaria en todos los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con DCP, afectando a un subgrupo importante de los niños atendidos en este hospital.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿EL USO DE LA ULTRAFILTRACIÓN MODIFICADA (UFM) EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS SOMETIDOS A DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR (DCP) MEJORA LAS CONDICIONES CLÍNICAS POSTOPERATARIAS EN COMPARACIÓN CON AQUELLOS SIN UFM?

VI. JUSTIFICACIÓN

La derivación cardiopulmonar es una herramienta necesaria para los procedimientos de cirugía a corazón abierto, en la corrección de cardiopatías congénitas, sin embargo no es una técnica inocua, ya que aumenta la retención hídrica en los tejidos, con afección especialmente a órganos vitales como cerebro, pulmón y corazón; aumento de sustancias proinflamatorias, así como hemodilución, y coagulopatía; con riesgo de falla orgánica múltiple. Debido a esto, se han instaurado técnicas para el ultrafiltrado de los componentes sanguíneos y recientemente el ultrafiltrado modificado que parece reducir las complicaciones posoperatorias y mejorar el pronóstico de estos niños. En el Hospital Infantil de México se ha instaurado recientemente el uso del UFM de manera protocolaria, siendo un hospital de referencia a nivel nacional para pacientes con cardiopatías congénitas, creemos necesario evaluar los beneficios de dicha técnica en la condición clínica y las repercusiones generadas en el posoperatorio inmediato, ya que se cuenta con las herramientas necesarias y una base de datos bastante amplia, podemos realizar el análisis estadístico con un uso mínimo de recursos y que no represente gastos adicionales innecesarios.

VII. OBJETIVOS

1. GENERAL: Demostrar los beneficios del uso de UFM en pacientes con cardiopatías congénitas sometidos a cirugía cardíaca con DCP en comparación con los que no se realizó UFM.

2. ESPECÍFICOS:

- a. Comparar alteraciones en pruebas de función hepática previas y posteriores a procedimiento quirúrgico.
- b. Valorar tiempos de coagulación pre y post quirúrgica en ambos grupos
- c. Hemodilución y alteraciones hematológicas con BH (principalmente hematocrito) en ambos grupos.
- d. Valorar intercambio gaseoso y función pulmonar indirecta a través de gasometrías pre y post quirúrgicas en ambos grupos.
- e. Valorar perfusión tisular con lactato previo y posterior a la UFM en ambos grupos.

VIII. HIPÓTESIS

“El uso de UFM en pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas sometidos a cirugía cardíaca con derivación cardiopulmonar mejora las condiciones clínicas posoperatorias y disminuyen los eventos adversos relacionados a morbilidad y mortalidad; en comparación con aquellos pacientes que no fueron sometidos a UFM”.

IX. METODOLOGÍA

- **DISEÑO DEL ESTUDIO:** Estudio de cohortes de tipo prospectivo y retrospectivo

POBLACIÓN: pacientes de 0-18 años de edad atendidos en el Hospital Infantil de México que hayan sido sometidos a cirugías cardíacas con derivación cardiopulmonar (DCP), considerando dos grupos:

1. Con UFM en el periodo comprendido entre el 01.09.15 al 29.04.16.
2. Sin UFM a partir del 01.05.17 al 29-05-18

- **PLANEACIÓN:** Se trabajó en ambos grupos de forma simultánea, en el primero de ellos se realizó revisión de expedientes de los pacientes con las características ya descritas con recolección de datos en EXCEL, tomando en cuenta las siguientes variables: edad, sexo, laboratorios basales y posteriores a la UFM (biometría hemática, pruebas de función renal, pruebas de función hepática, tiempos de coagulación) y gasometrías transoperatorias.

Para el segundo grupo se elaboró un formato físico en el que se vaciaron los resultados de laboratorio tomados previos a la cirugía, gasometrías transoperatorias antes y después del UFM y laboratorios posteriores al procedimiento; mismos que fueron llenados por el personal que realiza la ultrafiltración en el quirófano y en la sala de UCI en el post quirúrgico inmediato; para después vaciarlos en las tablas de EXCEL. (Ver anexos).

- **TÉCNICA DE ULTRAFILTRACION MODIFICADA:**

Una vez concluida la DCP y estando el paciente hemodinámicamente estable, previamente interpuesto el ultrafiltro en el circuito de DCP entre la cánula arterial localizada en la aorta y la cánula venosa localizada en el atrio derecho. Es necesario asegurarse que no entre aire al ultrafiltro durante el procedimiento ya que las fibras se pueden bloquear reduciendo su eficiencia. La porción de entrada del ultrafiltro procede

de la cánula aórtica pasando a través de uno de los rodillos de aspiración de la bomba de DCP, el cuál proporcionará el flujo para el procedimiento, y la porción de salida se dirige hacia la cánula venosa. Una vez purgado el sistema se inicia la perfusión del circuito apoyado por el rodillo de aspiración con flujos de 100-300 mL/min. De ser necesario se puede añadir volumen desde el reservorio venoso del circuito de DCP. Se conecta en el ultrafiltro un tubo de succión a una presión de 100-120 mmHg con lo que obtendrá el ultrafiltrado. Se deben monitorizar las presiones de aurícula derecha e izquierda así como la presión arterial sistémica para evitar deterioro hemodinámico. El procedimiento se lleva a cabo y las metas serán ya sea por tiempo (10-20 min), volumen de ultrafiltrado máximo de 60mlkg o alcanzar un hematocrito en el paciente de 40%.

- LUGAR DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO: Archivo clínico, Quirófano y Unidad de Terapia Intensiva Quirúrgica del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

X. CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios de inclusión

1. Niños de 0-18 años de edad.
2. Portadores de cardiopatía congénita
3. Sometidos a cirugía de corrección anatómica, fisiológica o paliativa utilizando DCP.

Criterios de exclusión

1. Pacientes a quienes no se les realizó UFM por condiciones propias del paciente.
2. Pacientes a quienes no sea posible destetar de la bomba de circulación extracorpórea.

Criterios de eliminación

1. Pacientes en los que sus muestras sanguíneas no sean útiles
2. Falta de alguno de los datos de laboratorio por falla en las muestras o ausencia de las mismas en los expedientes.
3. Expedientes con datos incompletos o que no puedan ser revisados por causas ajenas al estudio.

XI. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se tomaron en cuenta 60 pacientes del primer grupo (sin UFM) y 56 del segundo (con UFM) con un total de 116 pacientes, usando los criterios de eliminación y exclusión, así como una selección aleatorizada de los que ingresen para el estudio en el caso de revisión de expedientes.

XII. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Tomando en cuenta que se trata de un procedimiento quirúrgico mayor, definiéndolo como: “aquellos más complejos, frecuentemente realizados bajo anestesia general o regional y asistencia respiratoria, comportando habitualmente cierto grado de riesgo para la vida del paciente o de grave discapacidad y en la que tanto la preparación para la misma, excepto en la cirugía de emergencia, como su recuperación puede tomar varios días o semanas. Cualquier penetración de la cavidad corporal (cráneo, tórax, abdomen o extensas cirugías de extremidades.) es considerada una Cirugía Mayor”. Por lo tanto, como cualquier otro procedimiento de esta índole en el hospital, se debe obtener el consentimiento informado según lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Prestación de Servicios de Atención Médica, en su artículo 80. Considerando que en el hospital no se realiza ninguna cirugía si dicho consentimiento no está firmado en el expediente.

Respecto al tratamiento, contamos con un grupo control en el que no se administró la UFM, esto sólo debido al momento en el que se realiza la recolección de datos ya que no se contaba aún con los insumos necesarios para dicho procedimiento, y que actualmente se puede brindar a todo paciente que ingrese para cirugía cardíaca, por ello es que el estudio tiene un componente prospectivo y otro retrospectivo.

En cuanto a las tomas de muestras son estudios obligatorios en estos pacientes que también se hacen de forma rutinaria en el hospital, tomando en cuenta que no repercuten en el estado de salud del paciente y que además no se han reportado efectos secundarios que incidan en el pronóstico y morbimortalidad del mismo; es importante mencionar que no hay procedimientos invasivos adicionales para fines de este estudio, ya que nos basaremos estrictamente en los estudios de control rutinarios.

Por otro lado, se han reportado pocas complicaciones relacionadas a este procedimiento, se describe que el ultrafiltro es de materiales distintos al organismo y por lo tanto puede desencadenar liberación de citocinas; la ultrafiltración se realiza posterior a la DCP por lo que se puede considerar aumento del tiempo quirúrgico y de anestesia, pudiendo haber datos de inestabilidad hemodinámica, embolismo aéreo, ruptura de la línea y ensamblaje inadecuado de la bomba de ultrafiltración. Además de mantener la información de forma confidencial, con manejo sólo intrahospitalario y con apoyo del personal médico capacitado para dicho trabajo, no incluye personal externo al hospital.

XIII. PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis descriptivo: de acuerdo con la escala de medición de cada una de las variables se realizarán medidas de tendencia central y de dispersión. Para las cualitativas: frecuencias simples y porcentajes, para las cuantitativas: promedio, mediana y desviación estándar

Análisis inferencial. Se usará el programa STATA para el análisis de datos. Se utilizará una estadística inferencial con la prueba T de Student para muestras no pareadas y la prueba de X^2 con intervalo de confianza del 95% con un margen de error de 0.05 ($p < 0.05$).

XIV. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
VARIABLE INDEPENDIENTE			
Uso de ultrafiltración modificada	<ul style="list-style-type: none"> Cualitativa dicotómica 	Procedimiento realizado después de la DCP en el que se remueve líquido y solutos de bajo peso molecular de	Se realizó o no la UFM

(UFM)		la sangre a través de una membrana semipermeable por un gradiente de presión hidrostático.	
VARIABLES DEMOGRÁFICAS			
EDAD	Cuantitativa continua	Tiempo que ha vivido una persona expresados en unidades de tiempo días, meses, años.	Expresada en años
SEXO	Cualitativa nominal	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas	Femenino o Masculino
CARDIOPATÍA CONGÉNITA	Cualitativa nominal.	Alteraciones del corazón y los grandes vasos que se originan antes del nacimiento	Anomalía del corazón por la cual el paciente es sometido a cirugía
VARIABLES DEPENDIENTES			
HEMOGLOBINA	Cuantitativa continua	Proteína contenida en los hematíes de la sangre, cuya función consiste en captar el oxígeno y comunicarlo a los tejidos.	Medido en mg/dl
HEMATOCRITO	Cuantitativa continua	Volumen de glóbulos con relación al total de la sangre.	Se expresa de manera porcentual
VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
TIEMPOS DE COAGULACIÓN	Cuantitativa continua	Tiempo que tarda el plasma en coagularse	Se mide en segundos.
CREATININA	Cuantitativa continua	Producto final del metabolismo de la creatina del tejido muscular, valora	Se mide en mg/dl

		función renal	
BUN	Cuantitativa continua	El nitrógeno ureico en la sangre es la cantidad de nitrógeno circulando en forma de urea en el torrente sanguíneo	Se mide en mg/dl
UREA	Cuantitativa continua	Sustancia secretada por el hígado, producto del metabolismo proteico, eliminada por los riñones	Se mide en mg/dl
TRANSAMINASAS	Cuantitativa continua	Enzimas propias del hígado y otros tejidos, indicador de función hepática.	
LACTATO	Cuantitativa continua	Metabolito formado a partir del metabolismo anaerobio.	Se mide en mmol/L

XV. RESULTADOS

Para el Grupo 1 (sin MUF), se contempló una base de datos de todas las cirugías cardíacas realizadas entre el 1.10.15 al 01.04.16 con un total de 230 pacientes, descartando aquellos a los que no se les sometió a DCP, además de los que no contaban con la totalidad de los estudios requeridos para este análisis, con una muestra final de 60 pacientes. Respecto a la recolección de datos en la parte prospectiva, se obtuvieron datos completos y suficientes de 56 pacientes, con un total de n=116 pacientes.

Tabla 1. FILTRACION

SEXO	no	si	Total
Femenino	23	28	51
Masculino	37	28	65
Total	60	56	116

En cuanto a las características de los grupos, se obtuvo un predominio del sexo masculino en el total de la muestra (M= 51n, H= 65n), edad media de 9.6 años (9.2 para el grupo 1 y 9.9 para el grupo 2), con peso promedio entre 21 y 24 kg de ambos grupos. Para el total de la muestra las cirugías predominantes fueron: Cierre de CIV (23.3%), corrección total de conexión anómala total de venas pulmonares (17.3%), anastomosis de vena cava- arteria pulmonar (Glenn) y cierre de CIV+ ligadura de PCA (9.48%) y corrección total de tetralogía de Fallot (7.75%). (Fig. 2).

FIG 2. CIRUGÍAS REALIZADAS EN AMBOS GRUPOS

	CÓDIGO	C/ MUF	S/ MUF	TOTA L	Porcentajes (%)
CIERRE DE CIV	1	17	10	27	23.2
CORRECCIÓN CATVP	4	9	11	20	17.2
ANASTOMOSIS VC-AP (GLENN)	3	2	9	11	9.4
CIERRE CIV + LIGADURA PCA	11	4	7	11	9.4
CORRECCIÓN TOTAL DE FALLOT	2	0	9	9	7.7
SUSTITUCIÓN VALVULAR	9	5	2	7	6
CORRECCIÓN DE TGA (JATENE, MUSTARD)	6	5	1	6	5.2
CIERRE CIV+ CIERRE CIA	10	0	5	5	4.3
REPARACIÓN DEL TABIQUE IA	5	2	2	4	4.4
COMUNICACIÓN AURICULA-AP (FONTAN)	7	2	2	4	3.4
CORRECCIÓN CANAL AV	13	3	0	3	2.5
RESECCIÓN MASA	15	3	0	3	2.5
CORRECCIÓN VENTANA AO-P	14	2	0	2	1.6
PLASTIA ANILLO AORTICO	16	2	0	2	1.6
COMUNICACIÓN VD-AP (RASTELLI)	8	0	1	1	0.8
CIERRE CIV+ RESECC SUBAÓRTICA	12	0	1	1	0.8
TOTAL		56	60	116	100

XV.1. TÉCNICA DE ULTRAFILTRADO

En cuanto al procedimiento de ultrafiltrado se realizó en un promedio de 10.7 minutos para todos los procedimientos con UFM, con tiempo de bomba extracorpórea de 53.37 minutos en promedio de los 56 pacientes del grupo 2. Con un tiempo para todo el procedimiento quirúrgico de 87.33 minutos. Realizando el mismo procedimiento en todos los pacientes y por las mismas personas dentro de quirófano, con la técnica ya comentada (Fig. 3).

Fig. 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CIRUGÍAS CON UFM

TIPO DE CIRUGÍA	Duración cirugía (min)	Tiempo CEC (min)	Tiempo UFM (min)
Anastomosis VC-AP (Glenn)	47	17.5	9
Cierre CIV + ligadura PCA	79	47	8.5
Cierre de CIV	93.47	58	10.05
Comunicación aurícula-AP (Fontan)	103	35	15
Corrección canal AV	114.66	69	10.66
Corrección CATVP	74.66	48.22	11
Corrección de TGA (Jatene, Mustard)	136.6	103.8	10.4
Corrección ventana AO-P	63	43.5	10
Plastia anillo aórtico	105	70	12.5
Reparación del tabique IA	51.5	27.5	10
Resección masa	70.33	44	9.33
Sustitución valvular	109.8	77	12
TOTAL (promedio)	87.33	53.37	10.70

XV.2. EFECTOS DE LA UFM EN GASOMETRÍAS

Dentro de los valores de mayor importancia se encuentran el lactato, como marcador indirecto de perfusión tisular y como metabolito tóxico para los tejidos. En cuanto al grupo 1 (sin MUF) hay un aumento considerable de hasta 4 mmol/L en las gasometrías posteriores a la DCP; mientras que en el grupo 2 el aumento en promedio fue de 0.5 mmol/L, tomando en cuenta que el momento en el que se toma la primera gasometría en el grupo 2 es posterior a la DCP por lo que se cuenta con cifras de lactato más altas. (fig.4). En cuanto a la Po₂ no se observa diferencia significativa al ser una variable dependiente de la ventilación y condiciones de un periodo de tiempo determinado, tomando en cuenta valores <60mmHg en el momento posterior

a cirugía y MUF. Para el grupo con MUF se registró un 16% de pacientes con $pO_2 < 60$, y del 11.6% para el segundo grupo (Fig. 5).

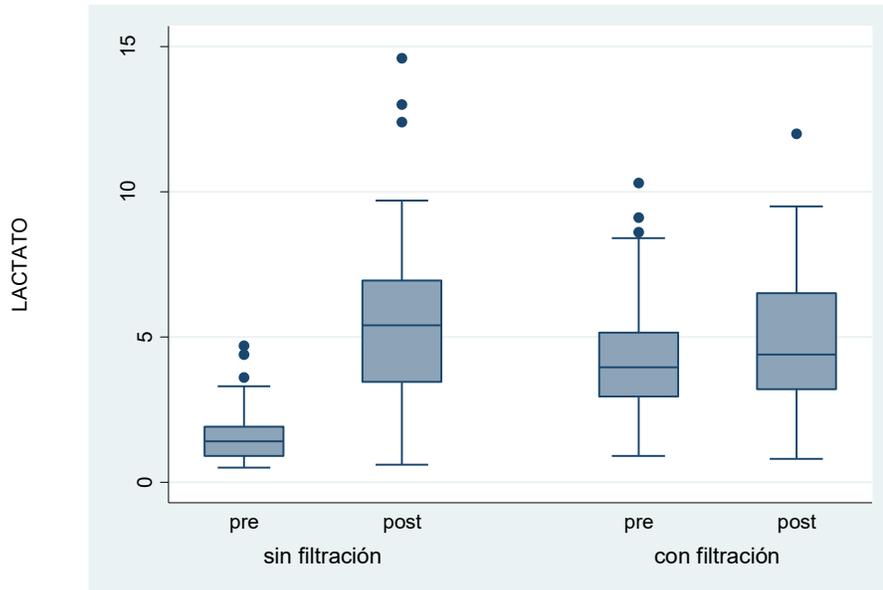


Fig. 4. Lactato en momentos pre y postQx

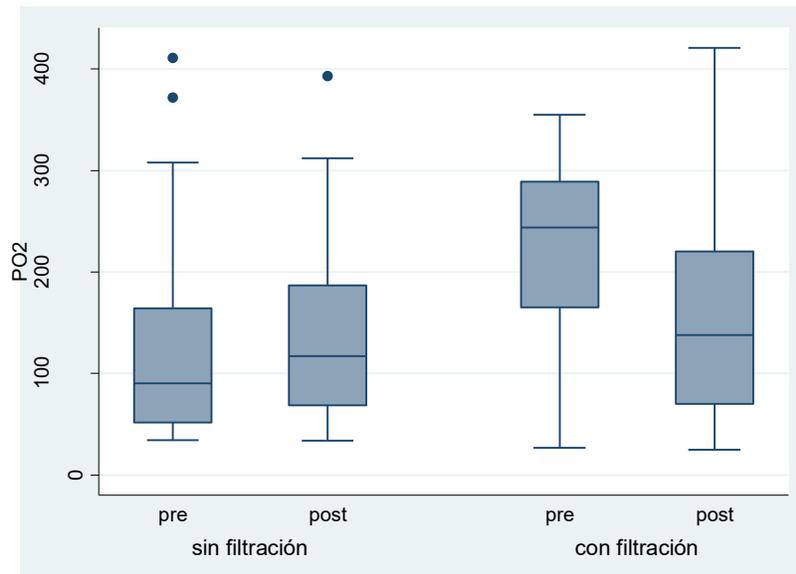


Fig.5. pO_2 en ambos grupos.

XV.3. EFECTOS DE LA UFM EN HEMOCONCENTRACIÓN

Tomando en cuenta los objetivos de la UFM se compararon los pacientes que finalizaron procedimiento quirúrgico con Hto <25%, sin embargo los resultados no fueron concluyentes dado que en ambos grupos se realizaban transfusiones de forma transquirúrgica por lo que los valores obtenidos finalmente no reflejan el efecto directo de la UFM, y no se recabaron datos en cuanto al número de veces que se realizaron transfusiones o a qué pacientes se les realizó. (Fig. 6)

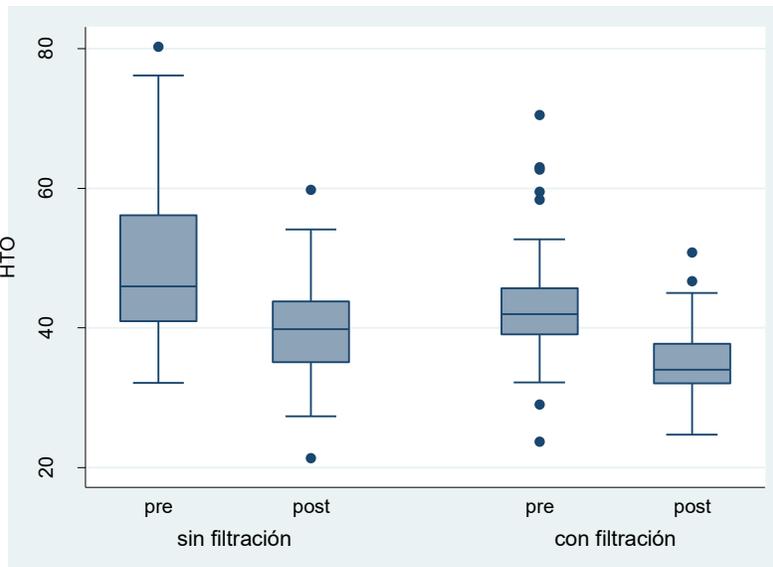


Fig. 6. Valores de Hematocrito en ambos grupos.

XV.4. EFECTOS EN EXTRAVASACIÓN DE PLASMA Y ALTERACIONES DE LA COAGULACIÓN.

Tomando en cuenta los valores de plaquetas final de la cirugía, el promedio en cada grupo fue de 227,000 plaquetas en el grupo sin MUF (con 7 pacientes con <100,000p) y 262,000 en el otro grupo (3 pacientes con <100,000p). En cuanto tiempos de coagulación se tomaron en cuenta valores por encima de 15 para TP y > a 43 como factor de mal pronóstico, en el grupo con MUF se registró un total de 17.85% de pacientes con TP >15 y 7.14% con TTPa >43; comparado con 56% de pacientes con TP >15 y 8.3% con TTPa >43 (Fig 7 y 8).

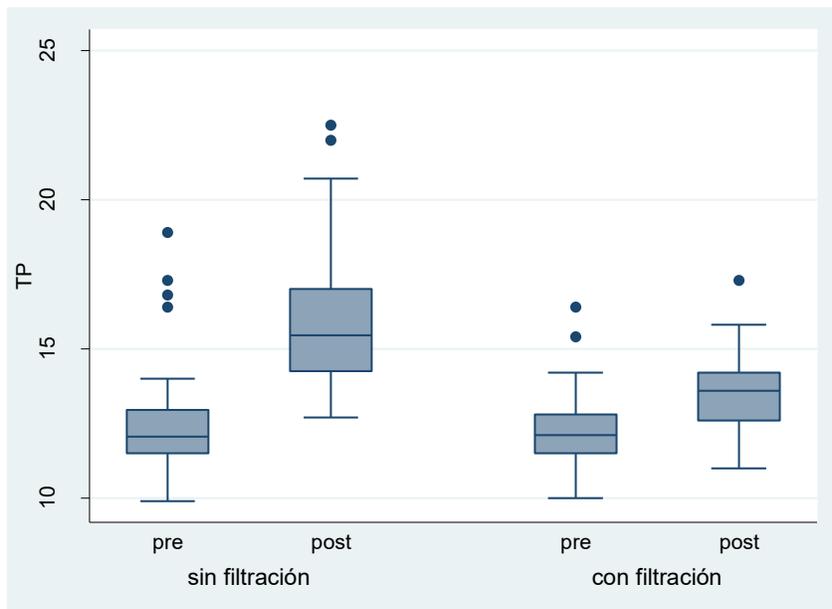


Fig. 7. Efectos en TP

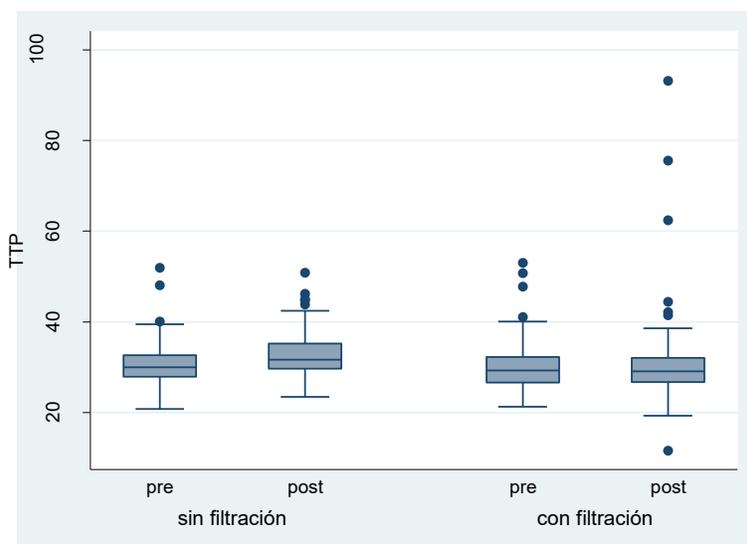


Fig. 8. Efectos en TTPa

En cuanto al riesgo de extravasación se tomaron en cuenta valores bajos de albúmina en ambos grupos al término de la cirugía, descartando aquellos pacientes que ya presentaran alteraciones previas en esta variable, se obtuvieron valores más altos en aquellos sometidos a

UFM con un promedio de 3.85, y para el grupo sin UFM 3.25 donde se registraron dos casos con Albúmina menor a 2 (Fig. 9).

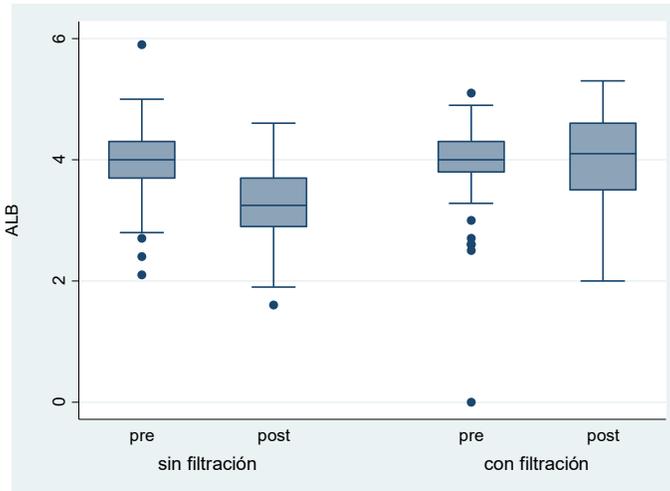


Fig. 9. Niveles de albúmina en ambos grupos

XV. 5. EFECTOS DE UFM EN ESTADOS PROINFLAMATORIOS

Debido a las características del estudio no fue posible medir sustancias proinflamatorias como interleucinas o TNF a, sin embargo se tomó en cuenta como marcador indirecto el aumento de leucocitos como resultado del aumento de dichos factores y como principal marcador de mecanismos proinflamatorios la elevación de neutrófilos en sangre, observando que en el grupo con UFM ambas variables se encuentran en rangos menores comparados con los que no recibieron UFM (Figs. 10 y 11).

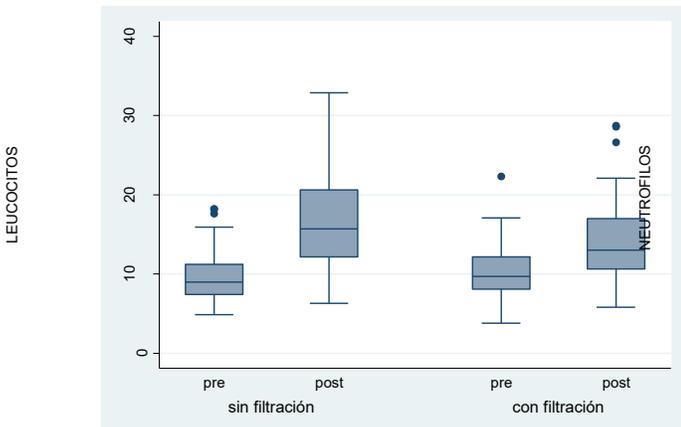


Fig. 10. Leucocitos en ambos grupos

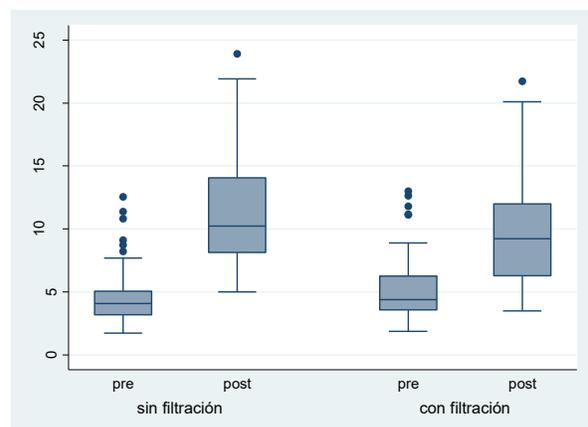


Fig. 11. Neutrófilos en ambos grupos

XVI. DISCUSIÓN

Se han realizado diversos estudios a lo largo de la evolución de la cirugía cardiovascular, siendo de gran importancia debido al impacto sobre la salud de los niños que cuentan con cardiopatías importantes y que además dependen del tratamiento definitivo para determinar su pronóstico y calidad de vida. En el presente estudio se realizó un registro de aquellos pacientes sometidos a cirugías cardiovasculares con circulación extracorpórea, siendo las principales cirugías realizadas: Cierre de CIV, corrección total de CATVP, anastomosis de vena cava- arteria pulmonar (Glenn) y cierre de CIV+ ligadura de PCA, corrección total de Fallot, sustitución valvular, en ese orden de frecuencia, lo cual concuerda con cifras a nivel nacional en las que las cirugías más comunes sometidas a corrección quirúrgica son: CIV, PCA, Tetralogía de Fallot, CIA, CATVP y Coartación aórtica (25). Por lo que podemos considerar que la muestra y las características de la misma pueden reflejar una realidad más cercana a la población en general. Se observa también que entre ambos grupos se obtienen características similares en cuanto a distribución de sexos, con ligero predominio del sexo masculino (H: M = 1.3:1). Además del peso que en ambos grupos va de 21-24kg, así como el rango de edad promedio que fue 9.6 a 9.9; con lo que podemos concluir que se cuenta con una muestra bastante homogénea y comparable entre ambos grupos de estudio.

En cuanto a los resultados obtenidos, vemos que en el apartado de valores gasométricos hay un sesgo de medición en cuanto a valores de lactato medidos, ya que el momento de medición en el grupo sin UFM fue previo del uso de la bomba de DCP, cuando el paciente no había sido sometido a ningún procedimiento quirúrgico; mientras que en el grupo con UFM la primera medición se realiza previo al uso de la filtración y precisamente al término de la DCP, por lo que los valores de referencia de lactato en éste último grupo fueron mucho más elevados que los valores en el grupo contrario. Sin embargo, tomamos en cuenta el aumento obtenido en un grupo y otro con los valores previos y posteriores, destacando el número de mmol/L que aumentaron posterior a todo procedimiento quirúrgico, obteniendo 0.5 mmol/L en el grupo con UFM contra 4mmol/L para el grupo contrario. En lo concerniente a valores de pO₂ se determinó que dependen más de las condiciones ventilatorias (en este caso todos los pacientes se manejaron con VMI `por ser cirugías mayores) en un momento específico de cada paciente, así como la cardiopatía presente (siendo mucho menor en

cardiopatías cianógenas o complejas), por lo que valdría la pena determinar otras constantes relacionadas a función pulmonar para determinar el efecto claro de la UFM.

Para valorar el estado de hemoconcentración se tomaron en cuenta valores de Hto y Hb, ya que hay estudios que revelan la repercusión sobre mortalidad en pacientes hospitalizados con disminución del Hto. (< o igual a 19% = doble mortalidad comparada con la de 25%) (10). Se refiere además la asociación entre un HTO <22% y el aumento de sepsis y falla orgánica múltiple. Para fines de este estudio no se contempló uno de los factores distractores para esta variable que es la cantidad de transfusiones realizadas de forma quirúrgica por lo que no se cuenta con los datos, así como no podemos discriminar a los pacientes que recibieron transfusión de los que no, por lo que estos datos son insuficientes y no podemos obtener conclusiones reales en esta variable.

Otro aspecto que se midió fue la alteración en la coagulación a partir de cambios en los tiempos de coagulación, para lo cual se tomaron en cuenta los valores de TP y TTP al final de los procedimientos quirúrgicos, y estableciendo como rango límite aquellos con TP > 14 y TTP > 35 según los rangos establecidos para la edad promedio. Con una diferencia significativa entre ambos grupos donde aquellos que recibieron UFM se mantuvieron en rangos adecuados para edad de aquellos que no la recibieron; sin embargo para los valores de plaquetas, los resultados no fueron tan significativos al no haber cambios respecto al inicio y al término de los procedimientos quirúrgicos.

Otro valor importante fue la albúmina sérica, como marcador indirecto de riesgo para extravasación del plasma y con la consecuente redistribución de líquidos hacia el espacio extracelular, afectando a distintos órganos y como uno de los principales efectos deletéreos de la DCP, sin embargo, en el estudio tampoco se reflejaron valores de riesgo (<1.8) en ninguno de los pacientes. Se vio que en el grupo con UFM se obtenían valores más altos al final de la cirugía y por lo tanto la repercusión de este valor determinaría pronóstico en pacientes en los que previamente se ve alterada esta variable y que tienen que ser sometidos a un procedimiento quirúrgico y DCP.

Una gran limitante del estudio fue la imposibilidad de medir sustancias proinflamatorias involucradas en muchos de los efectos adversos de la DCP en el pronóstico de los pacientes,

debido a que no se cuenta con el recurso para este estudio. Por ello es que se tomaron en cuenta valores que indirectamente reflejan un estado proinflamatorio con el distracto de que se elevan ta,biémn en procesos infecciosos y entonces habría que diferenciar éstos de un estado proinflamatorio por DCP. Para ello se tomaron en cuenta valores de leucocitos, principalmente de neutrófilos, dado que son producto de la cascada de citosinas proinflamatorias, observando que en ambos grupos, tanto leucocitos como neutrófilos se encontraban en rangos más altos en los pacientes que no se sometieron a la UFM, con las consideraciones ya mencionadas.

XVII. CONCLUSIÓN

La derivación cardiopulmonar sigue siendo un procedimiento necesario para realizar cirugías a corazón abierto, dada la falta de otros procesos menos agresivos se han venido implementando técnicas coadyuvantes para disminuir los efectos secundarios de dicho proceso, uno de los cuales es la Ultrafiltración modificada que hasta ahora ha demostrado ser la más benéfica a este respecto y que sigue siendo estudiada en muchos países. Tanto sus beneficios en la reducción de mediadores proinflamatorios como la disminución en hemodilución, extravasación plasmática con redistribución de líquido a órganos primordiales, así como la prevalencia de metabolitos tóxicos se ha documentado ya en varios trabajos de investigación, sigue siendo un procedimiento nuevo en su aplicación en nuestro país, con el cual se cuenta ya de forma rutinaria y protocolaria en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, donde además de observar los beneficios de forma clínica se ha hecho necesario documentar esto con estudios que reflejen el estado postquirúrgico inmediato de estos pacientes.

En este estudio fue posible valorar algunos de los efectos benéficos de la UFM, sin embargo con otras limitantes que sería importante resolver para tener datos más fidedignos, a pesar de que en algunos valores las diferencias fueron significativas, hace falta un análisis más complejo en el que se pueda utilizar este estudio y las base de datos tan amplia con la que ya se cuenta, y así no sólo reflejar el beneficio de la UFM sino pautar los protocolos a seguir y los tiempos de cada procedimiento dentro de estas cirugías tan complejas. Se pretende además continuar con esta línea de investigación y realizar un análisis estadístico más a fondo para obtener el mayor provecho de este trabajo.

XVIII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este estudio se realizará con los recursos con los que ya cuenta el hospital, no se harán gastos adicionales, por lo que uno de los objetivos de la UMF de disminuir sustancias proinflamatorias (IL´s y TNFa) no se pudo medir por falta de insumos para dicho propósito, sin presentar repercusión en los resultados obtenidos.

Recursos humanos: Se cuenta con los pacientes y el personal especializado para el desarrollo del proyecto.

Recursos materiales: Hemofiltros, reactivos para medición de interleucinas, hojas, lápices, computadora, expedientes clínicos.

Recursos financieros: mínimos.

XIX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Causas de mortalidad INEGI 2015. Publicación en línea. Disponible en internet: www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp
2. Gaynor, Use of ultrafiltration during and after cardiopulmonary bypass in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:209-11, by The American Association for Thoracic Surgery.
3. Naik SK, Knight A, Elliott M. A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open heart surgery. *Circulation*. 1991; 84 (Suppl): III-422-31.
4. Brix-Christensen V. The systemic inflammatory response after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass in children; *Acta Anaesthesiol Scand*. 2001; 45:671-9
5. Curi-Curi et al; Impacto intraoperatorio de la ultrafiltración modificada en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea; *Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular; Elsevier España, Cir Cardiovasc*. 2016;23(4):179–
6. Butler J, Pillai R, Rocker GM, Westaby S, Parker D, Shale DJ. Effect of cardiopulmonary bypass on systemic release of neutrophil elastase and tumor necrosis factor. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105:25-30.
7. Gott JP, Cooper WA, Schmidt FE Jr, et al. Modifying risk for extracorporeal circulation: trial of four antiinflammatory strategies. *Ann Thorac Surg* 1998;66:747–54.
8. Asimakopoulos et al., Lung injury after cardiopulmonary bypass. *Society of Thoracic Surgeons. Ann Thorac Surg* 1999;68:1107–15 1999. 0003-4975/99, Elsevier Science Inc
9. Keneth et al. An evidence-based review of the practice of cardiopulmonary bypass in adults: A focus on neurologic injury, glycemic control, hemodilution, and the inflammatory response, *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132:283-90 0022-5223.
10. DeFoe GR, Ross CS, Olmstead EM, Surgenor SD, Fillinger MP, Groom RC, et al. Lowest hematocrit on bypass and adverse outcomes associated with coronary artery bypass grafting. *Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. Ann Thorac Surg*. 2001.
11. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;125:1438-50.
12. Chew et al. Tissue Injury and the Inflammatory Response to Pediatric Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass. *Anesthesiology*, V 94, No 5, May 2001

13. Wiesenack C, Liebold A, Philipp A, Ritzka M, Koppenberg J, Birnbaum DE, et al. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs*. 2004;28:1082-8.
14. Machin et al, Principles of cardiopulmonary bypass, Advance Access publication August 24, 2006 doi:10.1093/bjaceaccp/mkl043.
15. Journois D, Pouard P, Greeley WJ, Mauriat P, Vouhe P, Safran D. Hemofiltration during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery. *Anesthesiology* 1994;81:1181-9.
16. Thompson LD et al., A prospective randomized study comparing volume-standardized modified and conventional ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122(2):220–8.15.
17. Ziyaeifard et al., Modified Ultrafiltration During Cardiopulmonary Bypass and Postoperative Course of Pediatric Cardiac Surgery; *Res Cardiovasc Med*. 2014 May; 3(2): e17830.
18. Naik et al., A successful modification of ultrafiltration for cardiopulmonary bypass in children. *Perfusion*. 1991;6(1):41–50.
19. Garson AJ et al.; myocardial injury and methods of myocardial protection. In: Bricker JT, McNamara DG editors. *The Science and Practice of Pediatric Cardiology*. Philadelphia, PA: Lea & Febiger; 1990. pp. 266–79
20. de Haan J, Boonstra PW, Monnick SH, Ebels T, van Oeveren W. Retransfusion of suctioned blood during cardiopulmonary bypass impairs hemostasis. *Ann Thorac Surg*. 1995;59:901-7
21. Chenoweth DE, Cooper, Hugli TE et al. Complement activation during cardiopulmonary bypass. Evidence for generation of C3a and C5a anaphylatoxins. *N Engl J Med* 1981; 304: 497-503
22. Campbell DJ, Dizon B, Kladis A et al. Activation of the kallikrein-kinin system by cardiopulmonary bypass in humans. *Am J Physiol* 2001; 281: R1059-70
23. Seghaye MC. The clinical implications of the systemic inflammatory reaction related to cardiac operations in children. *Cardiol Yaoung* 2003; 13: 228-39
24. Siraphop Thapmongkola et al., The effects of modified ultrafiltration on clinical outcomes of adult and pediatric cardiac surgery; *Asian Biomedicine* Vol. 9 No. 5 October 2015; 591 - 599
25. Cervantes et al; mexican registry of pediatric cardiac surgery. First report. *Rev. Invest Clin* 2013; 65: 476-82.

XX. ANEXOS

1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE		
DX / CIRUGÍA		
REG / FI / FE		
EDAD / PESO		
	PREVIO A CIRUGÍA	POSTERIOR A CIRUGÍA
<u>Hb / Hto</u>		
<u>Plaquetas</u>		
<u>Leu / Neu</u>		
<u>Linf / Band</u>		
V E N T I L A C I Ó N		
<u>Días de VMI</u>		
C O A G U L A C I Ó N		
TP		
<u>TTPa</u>		
FIB		
INR		
P F R / P F H		
Urea		
<u>Creat</u>		
AU		
ALB		
AST/ALT		

GASOMETRÍA TRANQUIRÚRGICA		
TIEMPO MUF	TIEMPO DE CEC	T. DE PINZ. AÓRTICO
GASOMETRIA	PREMUF	POSTMUF
<u>Ph</u>		
PO2		
PCO2		
HCO3		
LACTATO		
SAT		
Na/K/Cl		
<u>Hemoglobina</u>		

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	01.11.16 al 01.05.17	01.03.17 al 01.11.17	01.04.17 al 01.10.17	01.11.17 al 01.02.18
ELABORACIÓN DE PROTOCOLO FINAL	X			
CAPTURA DE PACIENTES Y TOMA DE MUESTRAS		X	X	
REVISIÓN DE EXPEDIENTES Y VACIAMIENTO DE DATOS		X		
VALORACIÓN CLÍNICA Y CAPTURA DE DATOS			X	
ANÁLISIS ESTADÍSTICO			X	X
ESCRITURA DE TESIS			X	X
PRESENTACIÓN DE TESIS				X