



**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**

**TÍTULO DE LA TESIS:**

**“FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MORTALIDAD TRANS Y POSTOPERATORIA INMEDIATA EN RECIÉN NACIDOS SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDIOVASCULAR”**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN NEONATOLOGÍA PRESENTA:

**DRA. ALINE AMANDA SEGURA ESQUIVEL**

Médico residente 2º año Neonatología. Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS.

Correo electrónico: [aline.ase@hotmail.com](mailto:aline.ase@hotmail.com)

**Tutora**

Dra. Laura Carina Feria Kaiser

Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales UMAE Hospital de Pediatría CMN SXXI. [carina\\_feria@yahoo.com.mx](mailto:carina_feria@yahoo.com.mx)

**CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL, 2018**



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.

**APROBACIÓN DE EXAMEN PROFESIONAL:**

---

**Dr. Héctor Jaime González Cabello.**

P R E S I D E N T E

Profesor titular de la residencia de Neonatología  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI IMSS.

---

**Dra. Amanda Idaric Olivares Sosa.**

S E C R E T A R I O

Jefe de División de Educación en Salud.  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI IMSS.

---

**Dr. José Manuel Vera Canelo**

S I N O D A L

Jefe de servicio de Cirugía Cardiovascular  
UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI IMSS.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN EN SALUD



**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación en Salud 3603 con número de registro 17 CI 09 015 042 ante COFEPRIS y número de registro ante  
COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD DE CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE PEDIATRÍA, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

FECHA Jueves, 15 de marzo de 2018.

**M.E. LAURA CARINA FERIA KAISER  
PRESENTE**

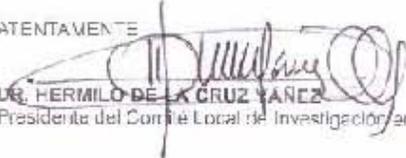
Tengo el agrado de notificarte que el protocolo de investigación con título:

**Factores de riesgo asociados a mortalidad temprana y postoperatoria inmediata en recién nacidos sometidos a cirugía cardiovascular.**

que sometió a consideración para evaluarlo de este Comité Local de Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

No. de Registro  
3-2018-3603-018

ATENTAMENTE

  
**DR. HERMILO DE LA CRUZ YÁÑEZ**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3603

**IMSS**

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

## INDICE

- Resumen .....	5
- Introducción .....	8
- Marco teórico .....	9
- Justificación .....	25
- Pregunta de investigación .....	26
- Hipótesis .....	26
- Objetivos .....	27
- Material y métodos .....	28
- Descripción del estudio .....	31
- Análisis estadístico .....	31
- Aspectos éticos .....	32
- Recursos .....	33
- Resultados .....	34
- Discusión .....	42
- Conclusiones .....	47
- Referencias .....	48
- Anexos .....	54

## Resumen

**Título:** Factores de riesgo asociados a mortalidad trans y postoperatoria inmediata en recién nacidos con sometidos a cirugía cardiovascular. **Autores:** Dra. Aline Amanda Segura Esquivel, Dra. Laura Carina Feria Kaiser. **Introducción.** Está bien establecido que las malformaciones congénitas más frecuentes son las cardiopatías, sin embargo, en nuestro país, se desconoce su prevalencia real. Este tipo de pacientes requieren dentro de su plan terapéutico acciones que incluyen un cateterismo intervencionista hasta cirugías: paliativas o correctivas de acuerdo a la cardiopatía. Este tipo de intervenciones son de alta complejidad y requieren de un equipo multidisciplinario para su atención. Desafortunadamente no todos los pacientes sobreviven a la cirugía ya sea que fallezcan en el quirófano u horas posteriores a ella. Se han encontrado factores de riesgo asociados a mortalidad, como son la hiperglucemia, hiperlactatemia, hipocapnia, sangrado y tiempos de prolongados de circulación extracorpórea. En el Hospital de Pediatría del CMN SXXI tenemos un número importante de pacientes con cardiopatía congénita que se someten a cirugía cardiovascular, hasta el momento no conocemos los factores asociados a la mortalidad posquirúrgica y su frecuencia en nuestra unidad por lo que consideramos de gran relevancia la investigación de estos. **Objetivo:** Conocer la frecuencia de la muerte quirúrgica y posquirúrgica inmediata en neonatos con cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardiovascular, así como los factores asociados a muerte inmediata postquirúrgica en los neonatos sometidos a cirugía cardiovascular. **Material y métodos.** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, de todos aquellos neonatos sometidos a cirugía cardiovascular correctiva, ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, en el periodo comprendido entre el 1º de enero del 2014 al 31 de diciembre del 2017.

**Análisis estadístico.** Se realizó estadística descriptiva donde se calcularon frecuencias simples y proporciones, para las cuantitativas se hizo el cálculo de las medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo al tipo de distribución de las variables.

**Resultados.** Se estudiaron 34 pacientes, los cuales el 58.8% correspondió al sexo masculino, a término, con una mediana de edad previa a la cirugía de 18 días. Las cardiopatías con mayor número de ingresos fueron: Transposición de grandes arterias (35.3%) y conexión anómala total de venas pulmonares (20.6%). Por lo que las cirugías realizadas con mayor frecuencia fueron cirugía de Jatene (32.4%) y redirección de flujo (20.6%). En cuanto a los modelos de estratificación de riesgo, la mayoría de nuestros pacientes se ubicaron entre las clasificaciones 3 al 6 del sistema RACHS-1 y los grupos 3 y 4 del sistema Aristóteles. Los tiempos quirúrgicos se distribuyeron de la siguiente manera, la mediana del tiempo de circulación extracorpórea fue de 141 minutos, el pinzamiento aórtico presentó una mediana de 60 minutos y el arresto circulatorio tuvo una mediana de 32 minutos. De las variables perquirúrgicas encontradas, la mayoría de los pacientes ameritó manejo aminérgico en el preoperatorio. Los hallazgos de laboratorio fueron: un lactato por arriba de 7 mmol/L en el transquirúrgico y postquirúrgico (7.9 y 9.2 mmol/L, respectivamente) y la mediana de glucosa, registrada en el transquirúrgico y postquirúrgico inmediato fue de 100.5 y 149 mg/dL respectivamente. En cuanto a las complicaciones reportadas, encontramos alteraciones en la coagulación en 24%, trastornos del ritmo en 40% de los pacientes y complicaciones por anatomía no favorable en 36% de ellos.

**Conclusiones:** De los pacientes incluidos en nuestro estudio, la cardiopatía más frecuente fue la TGA, y las de mayor mortalidad se asociaron a puntajes altos de las escalas de RACHS-1 y Aristóteles, esto nos habla de manera indirecta de la complejidad de los pacientes que se manejan en esta unidad. Se reportaron complicaciones en 25 pacientes, siendo los más frecuentes trastornos del ritmo y falla ventricular, así como un hallazgo

relevante es que el 58.8% de los RN requirieron más de 2 intentos para salir de CEC. Fue de llamar la atención, la presencia de hiperlactatemia en el transquirúrgico y postquirúrgico inmediato, así como la presencia de hipoglucemia e hipocapnia en el transquirúrgico, lo que pudiera estar asociado a la mortalidad y en los sobrevivientes alteraciones en el desarrollo neurológico a largo plazo.

## INTRODUCCIÓN

Está bien establecido que las malformaciones congénitas más frecuentes son las cardiopatías (1). La prevalencia reportada a nivel mundial es del 2.1 al 12.3 por cada 1000 recién nacidos. En nuestro país, se desconoce su prevalencia real y como causa de muerte infantil, se ubica en el sexto lugar en menores de un año y como la tercera causa en los niños entre uno y cuatro años; con base en la tasa de natalidad, se calcula que alrededor de 10 mil a 12 mil niños nacen con algún tipo de malformación cardíaca. (2)

La historia de las cardiopatías congénitas nos muestra que durante los primeros años los esfuerzos se encaminaron al conocimiento de la anatomía de las malformaciones cardíacas, el momento de la cirugía llegó con el cierre de un conducto arterioso en 1938 por el Dr. Robert Gross, seguido de la cirugía de corrección de una coartación aortica en 1944 por Clarence Crawford, en ese mismo año se realiza la conexión entre la arteria subclavia izquierda y la rama pulmonar ipsilateral, esta conexión es la fístula de Blalock-Taussing, epónimo de sus creadores. Hasta ese momento las cirugías eran extra cardíacas, posteriormente los objetivos se encaminaron a la reparación de los defectos intracardiacos y esto se logró con la ayuda de la circulación extracorpórea. (3)

Así, una a una, las diferentes cardiopatías fueron tratadas quirúrgicamente, y aunque en un principio la morbimortalidad era alta, se logró disminuir estas tasas cuando los equipos médicos trabajaron en conjunto y mejoraron la calidad de atención médica. El impacto de estos logros se observó cuando la sobrevida en general de todos aquellos con cardiopatía cambio de un 20% a más del 90% en los últimos años del siglo pasado. (3)

## MARCO TEÓRICO

### Prevalencia

Las cardiopatías congénitas (CC) es uno de los trastornos congénitos más comunes del periodo neonatal (25%) y algunas de ellas, requieren tratamiento quirúrgico correctivo o paliativo dentro del primer año de vida. (1) La prevalencia informada mundialmente es de 2.1 hasta 10.6 por 1000 recién nacidos vivos en países como Inglaterra, Estados Unidos, Canadá, España y Japón. (2) La literatura nacional informa estudios en pacientes con cardiopatía congénita realizados en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, el cual mostró que la persistencia del conducto arterioso representó 20% de los casos, le siguió la comunicación interatrial (16.8%), la comunicación interventricular (11%), tetralogía de Fallot y atresia pulmonar con comunicación interventricular (9.3%), coartación aórtica y estenosis pulmonar (3.6%) respectivamente y la conexión anómala total de venas pulmonares (3%) (2). En un estudio en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Feria y cols (4) informaron una frecuencia de cardiopatía de 16% como causa de ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) con una mortalidad de 22%.

Este tipo de pacientes requieren dentro de su plan terapéutico acciones que incluyen un cateterismo intervencionista hasta cirugías: paliativas o correctivas de acuerdo a la cardiopatía.

Este tipo de intervenciones son de alta complejidad y requieren de un equipo multidisciplinario para su atención. Desafortunadamente no todos los pacientes sobreviven a la cirugía ya sea que fallezcan en el quirófano u horas posteriores a ella. (5)

### **Cirugía neonatal correctiva**

Con base al diagnóstico temprano de las anomalías cardíacas fetales y neonatales, en el entrenamiento de los equipos quirúrgico y los adelantos tecnológicos se ha desarrollado la cirugía de tipo correctivo en el neonato con cardiopatía congénita. Debido a la implementación del manejo oportuno en los recién nacidos la morbilidad y la mortalidad han disminuido significativamente, así como el pronóstico ha mejorado, aunado a esto, en algunos casos se evita la cirugía inicial de tipo paliativo y, por ende, las complicaciones de la reintervención. (5)

En el neonato con cardiopatía congénita hay diversos procedimientos quirúrgicos de diferente complejidad y por ende riesgo, entre otros los más comunes son:

#### Canal auriculoventricular (Canal AV).

La mortalidad operatoria para la reparación de defectos completos es variable porque hay una gran gama de patrones anatómicos en esta anomalía. Series representativas muestran cifras de mortalidad que varía entre 5% y 13%(6).

#### Doble vía de salida de ventrículo derecho (DVSVD).

En el Children's Hospital en Boston entre 1981 y 1991, 6 pacientes se sometieron a reparación biventricular de DVSVD con concordancia auriculoventricular durante el primer mes de vida en este trabajo se concluyó que hubo 33% de muertes hospitalarias y no se registraron muertes tardías. (7-8)

#### Coartación de aorta (CoAo)

En el Children's Hospital en Boston se revisó la experiencia desde 1984 a 1991 encontrándose 98 neonatos, con 14 muertes en esta etapa (14%). La mayoría de los

pacientes que murieron tenían en grado variable síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico. (9)

#### Tronco arterioso.

La reparación del tronco arterioso en la infancia es el objetivo que se persigue en años recientes y la edad recomendada para la operación ahora se ha disminuido de los 6 meses a menos de 6 semanas de vida. La Universidad de California reporta un 86% de sobrevida en una serie de 244 pacientes. (10)

#### Conexión anómala de venas pulmonares

Los resultados quirúrgicos tienen una mejoría dramática a partir de 1960 cuando la mortalidad era de 54%. (11) La experiencia quirúrgica actual implica a la hipertensión arterial y venosa pulmonar como el mayor contribuyente a la morbilidad y mortalidad postoperatoria (11). Dado que la cirugía usualmente no incluye incisión de los ventrículos, la función a largo plazo de estos pacientes es por lo general excelente. (11)

#### Transposición de grandes arterias (TGA).

De acuerdo a la anatomía, la edad, la función ventricular entre otros factores, se describen diferentes tipos de corrección en este grupo de pacientes:

- Reconexión arterial: Los neonatos con TGA y septum ventricular íntegro, se han considerado como un grupo de bajo riesgo. (12,13).

En el Children's Hospital en Boston se ha reportado en los últimos años una mortalidad para la reconexión arterial de 5.2%. En los pacientes considerados como de alto riesgo (los cuales incluyen CIV, Co Ao, interrupción del arco aórtico o patrón inusual de arterias

coronarias). La mortalidad hospitalaria se reporta de un 10.8%, mientras que en los de bajo riesgo se ha estimado en 2.4%. (14)

- Operación de Senning: De León en 1984 reportó su experiencia con esta operación en neonatos con un promedio de edad de 12 días y una mortalidad hospitalaria de 11%. (15)
- Operación de Rastelli: En Boston de 1987 a 1991 se encontraron 11 niños con edades desde 2 semanas a 11 meses con reparación de Rastelli. De ellos cuatro tuvieron una fístula de Blalock-Taussing modificada previa. No se encontraron muertes tempranas ni tardías, sin embargo, el periodo de seguimiento es corto. En la actualidad la mayoría de las instituciones recomiendan posponer la reparación de Rastelli hasta los 4 o 5 años para TGA con CIV y obstrucción al tracto de salida de VI, además en el neonato y el lactante debe ser considerado como un procedimiento paliativo ya que en ocasiones hay necesidad de reemplazar el conducto. (14)

#### Ventrículo izquierdo hipoplásico (VIH)

Existe una diferencia sustancial en la sobrevida temprana del Fontan primario (70-84%) comparada con el Fontan secundario (93%). A partir de 1991 la sobrevida asociada a hemi-Fontan ha sido de 95%. La mortalidad a 1, 2 y 5 años es de 43%, 28% y 17% respectivamente. (16)

Los resultados tempranos después de trasplante cardíaco neonatal son alentadores (60-84% de sobrevida), el promedio de edad al momento del trasplante es de 2.5 meses para los niños con VIH.

#### **Sistemas de evaluación de riesgo**

Por la complejidad de este tipo de intervenciones, en las últimas décadas se han desarrollado sistemas que tienen como fin estimar de una manera objetiva la eficiencia y calidad de los servicios médicos. Se han agrupado pacientes con base al diagnóstico del tipo de cardiopatía para permitir la comparación en indicadores de calidad y costos.

Para mejorar el pronóstico del tratamiento quirúrgico de los neonatos con cardiopatía congénita, hay que añadir otros procedimientos como el cateterismo intervencionista que permiten ayudar a paliar o corregir estos defectos. Eso ocasiona que por la elevada complejidad derivada del gran número de variantes de cardiopatía, la baja prevalencia de algunas de ellas, así como la gran cantidad de procedimientos terapéuticos, había sido difícil establecer una nomenclatura como un sistema de estratificación de riesgo que pueda aceptarse con carácter universal. (18)

Fue en el 2002 que Jenkins y colaboradores publicaron un sistema de estratificación de riesgo, denominado Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery (RACHS-1 por sus siglas en inglés), el cual plasma un consenso de once reconocidas autoridades médicas norteamericanas, clínicos y cirujanos, que se apoyaron en información de múltiples instituciones (Anexo 1). Están incluidos 79 tipos de cirugía cardiaca y 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).

El RACHS-1 (19) no fue pensado con el fin de predecir la mortalidad en un paciente determinado, sino como un sistema que permitiera 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%. Por haber poca información, dado el escaso número de

casos, no se ha podido estimar la mortalidad para el riesgo 5 (reparación de la válvula tricúspidea en pacientes neonatos con anomalía de Ebstein y corrección total de tronco arterioso común con interrupción del arco aórtico).

Aunado al anterior en 2004 se plantea otro método de riesgo, el sistema Aristóteles (Anexo 2) (19). En este consenso intervinieron cirujanos cardiovasculares de 23 países y de alrededor de 50 Instituciones con objeto de evaluar la mortalidad hospitalaria. Además, también se enfatizó en definir más acuciosamente la complejidad de los diferentes procedimientos y de los pacientes. En este sistema existe el concepto de complejidad de un procedimiento quirúrgico, que se conforma por la suma de mortalidad operatoria: la ocurrida en los primeros 30 días; morbilidad: definida como el tiempo de estancia en cuidados intensivos postoperatorios y, finalmente; la dificultad técnica de la cirugía, dividida en cinco niveles que van del elemental hasta la muy difícil. El sistema cuenta con dos escalas de puntaje: el básico y el completo. El básico se aplica a cada uno de los 145 procedimientos quirúrgicos, con una escala que va de 1.5 a 15 puntos. Estos procedimientos se agrupan en cuatro niveles de riesgo: 1: 1.5-5.9 puntos; 2: 6.0-7.9 puntos; 3: 8.0-9.9 puntos y 4: 10.0-15.0 puntos. El puntaje completo ajusta la complejidad con base en las características de los pacientes, y se dividen en dos grupos de factores: dependientes e independientes. En relación a los factores dependientes, el primer rubro considera variantes anatómicas, procedimientos asociados y la edad. Los factores independientes se dividen en generales: peso  $\leq 2.5$  kg y prematurez; clínicos: que engloban variables presentes antes de la cirugía, ( $\leq 48$  horas), e incluyen la presencia de acidosis metabólica ( $\text{pH} \leq 7.2$ ); hiperlactatemia ( $\text{lactato} \geq 4$  mmol/L); Disfunción miocárdica ( $\text{FE} \leq 25\%$ ); taquicardia ventricular; ventilación mecánica para manejo de la falla cardiaca; hipertensión pulmonar  $\geq 6$  UW, por mencionar sólo algunos de ellos; extracardiacos: alteraciones

cromosómicas o genéticas y quirúrgicos como la re-operación y la esternotomía de mínima invasión.

Tanto el sistema Aristóteles como el RACHS-1 son herramientas que nos han permitido una autoevaluación y la comparación entre diversos centros donde se realizan cirugías cardiovasculares. Diversas investigaciones han tenido como objetivo validar ambos métodos; en el estudio realizado por Kang y colaboradores en Inglaterra para la validación del estudio de RACHS-1, se tomaron en cuenta 1085 cirugías consecutivas a corazón abierto, con una mortalidad global de 51 pacientes (4.7%). Evidenciaron que las variables independientes preoperatorias de mortalidad fueron edad ( $p \leq 0.002$ ) y nivel de riesgo del RACHS-1 ( $p \leq 0.001$ ) y transoperatoria el tiempo de circulación extracorpórea ( $p \leq 0.0001$ ). Este grupo procedió a validar al mismo conjunto de pacientes de forma retrospectiva. El puntaje Aristóteles lo compararon con el RACHS-1, con lo que llegaron a la conclusión de que ambos sistemas son predictores de mortalidad (RACHS- 1:  $p \leq 0.001$ ; Aristóteles:  $p \leq 0.03$ ) (22, 23). En Nancy, Francia, se evaluaron ambos sistemas en una muestra de 201 pacientes que incluyeron tanto a pacientes pediátricos (81.5%) como adultos (18.4%), con una sobrevivida de 97.56%. Llegaron a la conclusión de que el sistema Aristóteles permitía una mejor estratificación que el sistema RACHS-1. Holm Larsen y colaboradores, en Dinamarca, en un centro con un menor volumen quirúrgico que los anteriores, aplicaron la clasificación de RACHS-1 en pacientes atendidos de 1996 a diciembre 2002 con el fin de correlacionar la mortalidad y del periodo de estancia en sala de cuidados intensivos con los niveles de riesgo. La conclusión a la que llegaron es que la posibilidad de predecir la mortalidad hospitalaria fue similar a las referidas en Instituciones con un mayor volumen de cirugías y encontraron correlación directa entre nivel de RACHS-1 y la estancia en terapia intensiva. Con la base de datos de 11 Instituciones donde laboran cirujanos miembros de la Sociedad de Cirujanos de Cardiopatías Congénitas (CHSS por sus siglas en inglés) se

encontró que el 76% de los procedimientos quirúrgicos realizados, pudieron ser ubicados en los diversos niveles del sistema RACHS-1, donde la mortalidad general fue de 2.9%, con un descenso significativo con respecto al reporte de Jenkins y colaboradores, en los diferentes niveles de riesgo.

### **Factores de riesgo asociados**

Al analizar las causas de mortalidad en el paciente posoperado de corazón y en especial en el recién nacido, se han identificado factores que influyen y se hace especial énfasis en los factores de riesgo transquirúrgico, como los que a continuación se describen:

- **Hipotermia:** Se define como el estado en el cual la temperatura corporal disminuye por debajo de los límites normales en un organismo homotermo, es decir 36°C. Se describen los siguientes grados según la temperatura rectal: 32 a 35.9°C, ligera; 28-32°C, moderada; 18-28°C, severa y menor de 18°C profunda. (20) Bigelow (21) en 1946 demostró que disminuía las necesidades de oxígeno en el organismo, la cual a su vez disminuye los procesos metabólicos. El consumo de oxígeno total del organismo, que es de 130-150 ml/min/m<sup>2</sup> en normotermia, disminuye un 50% con hipotermia moderada de 28°C y un 60% con descenso de 25°C. De forma simple se puede decir que disminuye aproximadamente un 9% por cada grado centígrado que desciende la temperatura (20). La tolerancia a la isquemia es variable según diferentes órganos. El riñón puede tolerar 50-60 minutos, el hígado 20-30 minutos y la médula espinal entre 30 y 45 minutos. Sin embargo, la corteza cerebral puede tolerar tan sólo 2-4 minutos, los centros pupilares 5-10 minutos y el cerebelo 10-15 minutos (20). Actualmente existen evidencias que demuestran que la hipotermia induce efectos nocivos tales como: mayor incidencia de infecciones, sangrado más prolongado, alteración del aporte de oxígeno y de glucosa a los tejidos, tiempo de

CEC más largo, mayor daño endotelial y prolongación del efecto proinflamatorio con síndrome de fuga capilar, así como aumento de la necesidad de apoyo hemodinámico en el postoperatorio (21). La reacción inflamatoria inducida por la CEC (circulación extracorpórea) parece ser retardada por la hipotermia, más que acortada como se creía anteriormente. Su activación es generalizada, se liberan más de 25 sustancias vasoactivas que producen alteraciones tromboticas, desequilibrios hidroelectrolíticos y efectos múltiples sobre la mayoría de los órganos de la economía. También causa disfunción reversible de las plaquetas y altera las proteínas C, S y la trombomodulina, incluso en la hipotermia ligera (21).

- Hemodilución: Durante la circulación extracorpórea existen cambios hematológicos los cuales como en el caso de la hemodilución ocurren por el empleo de soluciones principalmente cristaloides durante el cebado del circuito extracorpóreo, dando como resultado una disminución de los factores de coagulación y de plaquetas hasta en un 50%, dependiendo del tamaño del circuito extracorpóreo y del oxigenador, generalmente esta disminución no llega a rangos que puedan comprometer la hemostasia del paciente (más del 15% para factor V que es el que más disminuye y más del 30% para otros factores) siendo bien tolerada por la mayoría de los pacientes, los factores de coagulación y las plaquetas tienen una reducción significativa cuando el tiempo de CEC es mayor a las 2.5 horas, aunado esto a que el paciente puede presentar algún riesgo hemorrágico, lo que da como resultado sangrado excesivo (22).
- Tiempo de pinzamiento aórtico (TPAo) y tiempo de bomba de circulación extracorpórea (TBCE): La incidencia de disfunción cardiaca está a relación a este, se dice que un tiempo de paro inferior a los 60 minutos y un tiempo de BCE menor de 90 minutos garantizan una baja incidencia de complicaciones en la mayoría de los casos (23).

En el estudio realizado por Salis y cols, (24) se tuvo como objetivo investigar si la duración del tiempo de bomba tiene una relación directa entre la morbilidad y la mortalidad posoperatoria. Se incluyeron 5 006 pacientes, en los que la media del tiempo de bomba fue de 115 minutos (mediana de 106 minutos), de los cuales 131 pacientes fallecieron durante la hospitalización, la pérdida sanguínea en promedio en el postoperatorio fue de 600 ml, se reoperaron por sangrado a 193 pacientes (3.9%), 108 tuvieron secuelas neurológicas (2.2%), 391 pacientes con complicaciones renales (7.8%), 37 pacientes con complicaciones abdominales (0.7%) y 184 pacientes con complicaciones respiratorias (3.7%), 72 pacientes con infecciones (1.4%) y 80 pacientes con falla multiorgánica en el postoperatorio (12.6%). El análisis multivariado confirmó que el tiempo de bomba que se incrementa más de 30 minutos se consideró un factor de riesgo independiente para la muerte postoperatoria (OR=0.57, P> 0.0001) (24)

En el estudio de Al-Sarraf y cols, (25) se observó que el tiempo de pinzamiento aórtico es un factor predictor independiente de morbilidad y mortalidad, se realizó un estudio retrospectivo y prospectivo en donde se dividieron a 3 799 pacientes en dos grupos: uno de bajo riesgo y otro de riesgo alto: cada uno fue subdividido en 3 grupos de acuerdo al tiempo de pinzamiento aórtico (grupo 1:  $\leq 60$  minutos, grupo 2  $> 60$  minutos y grupo 3  $\geq 90$  minutos). Los resultados mostraron una asociación significativa con un tiempo de pinzamiento aórtico incrementado y la morbilidad asociada como: bajo gasto cardiaco, ventilación mecánica prolongada, complicaciones renales y estancia prolongada, así como mortalidad incrementada (P<0.05). Usando la regresión logística se observó que el tiempo de pinzamiento aórtico mayor a 60 minutos fue un factor de riesgo independiente para morbilidad y mortalidad cardiaca en ambos grupos. (25)

El objetivo del estudio realizado por Doenst y cols, (26) fue observar la asociación que existe entre el tiempo de pinzamiento aórtico prolongado y la mortalidad siempre y cuando tuvieran preservada la función cardiaca contra aquellos que tuvieran deteriorada la contractilidad cardiaca, se determinaron los predictores de mortalidad en los pacientes con tiempo de pinzamiento aórtico prolongado entre 1990 y 2003, se excluyeron a los pacientes con un marcado tiempo prolongado (>120 minutos) ya que limita el efecto de las dificultades intraoperatorias y ya que además se conoce que se tiene una asociación con pobres resultados. En el 99.8% de los pacientes recibieron cardioplejía anterógrada, retrograda o combinada, en cuanto a los resultados la mortalidad en conjunto fue de 2.2%, el análisis multivariado reveló que el tiempo de pinzamiento aórtico fue un predictor independiente de mortalidad en pacientes con la fracción de eyección ventricular izquierda >40%, sin embargo en los pacientes con la fracción menor de 40% no se consideró factor predictor ya que la mortalidad fue la misma con un tiempo corto o largo (de 1 a 120 minutos) (26).

En el estudio realizado por Bezon y cols (27), se estudiaron a 204 pacientes a los cuales se sometió a procedimientos quirúrgicos cardiacos con un tiempo de pinzamiento aórtico prolongado (considerándose este más de 150 minutos), el objetivo del estudio era demostrar si este influía en la morbilidad y mortalidad, durante el procedimiento quirúrgico se obtuvo una media del tiempo de pinzamiento aórtico de 150 a 456 minutos y el tiempo de bomba medio fue de 168 a 653 minutos, la mortalidad global fue de 8.3%, no se observaron diferencias entre la mortalidad o morbilidad después de la operación (27).

- **Cardioplejia:** Es el paro cardíaco intraoperatorio con preservación miocárdica inducida por medio de solución cristalóide hiperkalémica. La actividad electromecánica del corazón es responsable de aproximadamente 90% de los

requerimientos miocárdicos de oxígeno, así la cardioplejia reducirá el consumo de oxígeno en este porcentaje y la hipotermia reducirá el consumo miocárdico de oxígeno en unos 10 al 15% adicionales aproximadamente. La cardioplejia protege contra la lesión isquémica al tiempo que provee las condiciones óptimas para operar y permite una resucitación efectiva de la función cardiaca después de completado el procedimiento quirúrgico (28). Se obtiene cardioplejia sanguínea al mezclar solución cristaloide cardiopléjica con sangre del paciente en una proporción que varía entre las diferentes instituciones (razones de sangre a solución cristaloide de 1:1, 2:1, 4:1, 8:1 y actualmente hasta el uso de solo sangre hiperkalémica y calcio para quelar). (29) Se puede realizar por dos vías: por vía anterógrada (en la raíz de la aorta, directamente sobre los ostium coronarios) o retrógrada (por el seno coronario) o por ambas vías. Anterógrada: se ha utilizado, tradicionalmente administrada en la raíz de la aorta por debajo de la pinza. Como ventajas tiene: se administra por la vía natural en la dirección fisiológica del flujo; se obtiene el paro cardiaco rápidamente; tiene un bajo riesgo de lesiones por sobre presión; la colocación de la cánula no es complicada y fácilmente se puede confirmar su adecuada colocación. Las desventajas son: en presencia de enfermedad coronaria la distribución no es uniforme; en insuficiencia aórtica puede producirse distensión ventricular por paso de la solución a través de la válvula; es incomoda la administración con flujo continuo. (28) Retrógrada: con el fin de obtener una buena distribución en las áreas distales a la obstrucción arterial y que se puede administrar continuamente, se diseñó la cardioplejia retrógrada vía del seno coronario. Esta ofrece como ventajas: distribución distal a las obstrucciones coronarias, distribución preferencial al subendocardio, evita la canulación de los ostium coronarios en casos de aortotomía; las embolias coronarias son lavadas retrógradamente; puede administrarse continuamente. Entre tanto, como desventajas encontramos que

puede producirse lesión del seno coronario, genera inestabilidad y arritmias durante la colocación de la cánula; la protección del ventrículo derecho depende de que no queden obstruidas las venas que recogen el retorno venoso de este (29).

- Efectos de la bomba de circulación extracorpórea (CEC): Numerosas diferencias en el paciente neonato afectan la respuesta a la CEC, características anatómicas con la presencia de grandes vasos colaterales aortopulmonares o un arco aórtico interrumpido, requieren cambios en las estrategias de manejo y técnicas de canulación. Los órganos en el neonato son inmaduros y requieren flujos altos (200 ml/kg/min) para cubrir sus demandas metabólicas; la termorregulación en el niño esta alterada, por lo que requiere el monitoreo estricto de la temperatura. (30) Durante los primeros 6 meses de vida el desarrollo de las conexiones corticales del cerebro es crítico, dentro de los cuales están involucradas las funciones perceptivas y cognitivas; los pulmones en el neonato son más frágiles y tienden a incrementar el riesgo de hipertensión y edema pulmonar; los riñones tienen resistencia vascular alta con flujo preferente fuera de la corteza exterior; la reabsorción y la excreción, así como la concentración y mecanismos diluyentes de sodio y la capacidad de balance ácido están limitados. Su sistema inmunológico es inmaduro, ya que la generación del complemento es baja y las células mononucleares son disfunciones. Estas diferencias entre otras hacen que el manejo de la CEC en el neonato requiera de atención especializada y cuidadosa. (31)

La cirugía cardíaca en el neonato presenta múltiples fuentes de estrés, en respuesta el niño tendrá diversas reacciones que le servirán para mantener la homeostasis durante la CEC:

- Metabolismo de la glucosa: La hiperglucemia es una respuesta común al estrés asociado con la CEC, aunque las reservas en el hígado están disminuidas. Ya que la función hepática en el recién nacido con defectos congénitos es reducida y

compleja, puede haber pobre perfusión sistémica durante el periodo de transición neonatal, la glucosa endógena puede ser necesaria durante este periodo para mantener los niveles de glucosa normal. La hiperglucemia puede afectar la función neurológica, a medida que los niveles de glucosa y acidosis láctica se incrementen, resultando en un metabolismo anaeróbico. La hipoglucemia, una complicación en pediatría, se debe en gran parte a la disminución en las reservas de glucógeno y a la disfunción hepática para la gluconeogénesis. Las consecuencias neurológicas de la hipoglucemia son agravadas por la hipotermia y otros factores que pueden modificar la perfusión cerebral (32).

- Respuesta metabólica: Muchas de las respuestas metabólicas y endógenas durante y después de la cirugía cardíaca, son similares a las de un trauma o cirugía sin CEC; estas respuestas son controladas a nivel del sistema nervioso central (SNC), el incremento en la temperatura corporal propicia la elevación en el metabolismo basal, reflejando un estado hipermetabólico. (32-33)
- Respuesta endócrina: La reacción de catecolaminas, fundamentalmente es una de las mayores respuestas al estrés. Durante la fase aguda de la CEC, los niveles incrementados de epinefrina y norepinefrina mantienen la perfusión por sus efectos cardíacos y vasculares; estos niveles elevados contribuyen al metabolismo celular oxidativo, así como al incremento de glucosa en sangre al estimular la glucólisis e inhibir la liberación de insulina. Durante los flujos bajos de perfusión, hipotermia y el contacto de la sangre con el circuito extracorpóreo, se liberan hormonas y sustancias como: catecolaminas, cortisol, hormona del crecimiento, prostaglandinas, complemento, glucosa, insulina y endorfinas. Otros factores involucrados en la secreción de estas sustancias son el tipo de anestesia y la funciones renal y hepática disminuidas las cuales influyen en su eliminación. El pulmón el cual ésta excluido durante la CEC, normalmente es responsable de

metabolizar y eliminar muchas de estas hormonas, particularmente catecolaminas (33).

- Efectos cardiacos: Diversos estudios han demostrado que la tolerancia a la isquemia del corazón inmaduro del neonato está relacionada con la capacidad glucolítica incrementada del miocardio y la preservación de fosfatos de alta energía. Sin embargo, la acumulación de ácido láctico como resultado del metabolismo anaeróbico, es causada de disfunción post-isquémica. (30). Un estudio realizado en España entre Abril 2007 y junio del 2009, de 186 niños con diversos tipos de cardiopatías congénitas, agrupadas según el método de estratificación de riesgo de la cirugía RACHS-1, se encontró una mortalidad del 13.4%, se identificaron como factores de riesgo de mortalidad, la edad, el tiempo de circulación extracorpórea, el score inotrópico, el lactato al ingreso, su pico máximo, la velocidad de variación y el tiempo que estuvo elevado, la saturación venosa, el exceso de base, el espacio muerto, la extracción de oxígeno y el shunt intrapulmonar. (34)

## **Mortalidad**

En cuanto a la mortalidad de acuerdo con la información de la última década, se observa que el número de muertes de menores de un año registradas en 2010 es de diez mil fallecimientos menos que hace 10 años: 38 ml vs 28 ml entre el año 2000 y 2010 respectivamente (35). En cuanto a la distribución según la edad del menor en el momento de la muerte (mortalidad neonatal y posneonatal) la brecha continúa abriéndose de forma clara: como mortalidad neonatal (menores de 28 día) se observan 18 151 muertes, lo que representa el 63% del total, mientras que el 37% corresponde a la mortalidad posneonatal (entre 29 días y año de edad) (35).

En nuestro país las afecciones originadas en el periodo perinatal constituyen la primera causa de muerte y explican la mitad de las defunciones infantiles. Aunque su tendencia ha disminuido durante los últimos 10 años, todavía las cardiopatías congénitas se encuentran entre las causas directas que conforman este grupo. La tasa de mortalidad infantil secundaria a cardiopatías congénitas, en 2010, se ubica en 746 muertes por cada cien mil nacimientos (35).

En los recién nacidos con lesiones cardíacas congénitas, el riesgo de morbilidad y mortalidad aumenta cuando hay un retraso en el diagnóstico y la derivación oportuna a un centro de tercer nivel de atención con experiencia en el tratamiento de estos pacientes. Debido a ello es de vital importancia su identificación y referencia a hospitales de tercer nivel, con la finalidad de otorgar un tratamiento oportuno y de esta manera disminuir la mortalidad.

## **Justificación**

En el Hospital de Pediatría del CMN SXXI tenemos un número importante de pacientes con cardiopatía congénita que se someten a cirugía cardiovascular, desafortunadamente no todos ellos sobreviven el evento quirúrgico, por lo que es importante conocer las causas que lo motivan. Y aunque en la literatura universal se han planteado algunos factores desencadenantes como la hiperlactatemia, la hipocapnia, la hipoxia y el sangrado, hasta el momento no conocemos los factores asociados a la mortalidad posquirúrgica y su frecuencia en nuestra unidad por lo que consideramos de gran relevancia esta investigación.

## **Pregunta de Investigación**

¿Cuál es la letalidad de los neonatos con cardiopatía congénita que son sometidos a cirugía cardiovascular?

¿Cuáles son los principales factores de riesgo asociados a la mortalidad quirúrgica y postquirúrgica inmediata para los recién nacidos con cardiopatía congénita que son sometidos a cirugía cardiovascular?

## **Hipótesis**

1. Los neonatos con cardiopatía congénita que son sometidos a cirugía cardiovascular tienen un riesgo de 40% de fallecer al final de la cirugía o dentro de las primeras 6 horas posterior al evento.
2. Los factores de riesgo asociados a mortalidad de corrección quirúrgica de cardiopatía congénita serán las que incluyen el puntaje más alto en la escala de RASCH-1 y Aristóteles, un tiempo de bomba prolongado, las cifras de lactato por arriba de 6 mmol/dl trans y posquirúrgico.

## **Objetivos**

1. Conocer la frecuencia de muerte quirúrgica y posquirúrgica inmediata en neonatos con cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardiovascular.
2. Conocer los factores asociados a muerte inmediata postquirúrgica en los neonatos sometidos a cirugía cardiovascular.

## **Material y Métodos**

Diseño del estudio

Observacional, descriptivo, retrospectivo,

Lugar y temporalidad del estudio: Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Todos aquellos neonatos sometidos a cirugía cardiovascular correctiva con circulación extracorpórea, comprendidos en el periodo del 1º de enero del 2014 al 31 de diciembre del 2017.

### Universo del estudio

Criterios de Selección de la muestra

#### **Criterios de Inclusión:**

- Todos los recién nacidos sometidos a cirugía cardiovascular correctiva, con utilización de circulación extracorpórea
- Neonatos de ambos sexos
- Aquellos que fallecieron durante la cirugía cardiovascular o dentro de las primeras 6 horas del posquirúrgico.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Neonatos operados en otros hospitales
- Neonatos con cardiopatía congénita que se realiza procedimiento intervencionista
- Neonatos a quienes se realiza cirugía de cierre de conducto arterioso, o cirugía paliativa como fístula sistémico pulmonar o cerclaje de la pulmonar.

### Criterios de Eliminación:

- Aquellos casos en los que no se cuente con la información completa para su análisis en el expediente clínico.

### Tabla de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operativa	Escala de Medición	Tipo de Variable
Edad	Tiempo que transcurre desde el nacimiento al momento actual	Tiempo transcurrido desde su nacimiento.	Días, meses, años	Cuantitativa discreta
Edad Gestacional	Es el término utilizado durante el embarazo para describir qué tan avanzado está éste. Se mide en semanas, desde el primer día del último ciclo menstrual de la mujer hasta la fecha actual.	Tiempo transcurrido desde el primer día del último ciclo menstrual de la madre y el nacimiento.	Semanas - Prematuro: Menor de 37 semanas - Término: Mayor o igual a 37 semanas	Cuantitativa discreta
Sexo	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	1. Masculino 2. Femenino	Nominal o dicotómica
Peso al Nacimiento	Es la medición de la masa corporal del individuo al día del nacimiento.	Es la medición de la masa corporal del individuo al día del nacimiento	Gramos	De Razón
Estancia prehospitalaria	Tiempo que el paciente ha permanecido hospitalizado en la UCIN HP CMNSXXI, previo al evento quirúrgico	Tiempo transcurrido entre su ingreso y el evento quirúrgico	Días	De Razón
Edad a la Cirugía	Tiempo que ha vivido una persona contando desde su nacimiento al día de su primera cirugía.	Tiempo transcurrido desde su nacimiento al día de su primera cirugía.	Días	De Razón
RACHS-1	Escala de estratificación de riesgo en cirugía de cardiopatías congénitas	Estadifica 79 tipos de cirugía, divididas en 6 riesgos, siendo la 1 la de menor riesgo y la 6 la de mayor riesgo	1,2,3,4,5,6	De Razón
Aristóteles	Escala de estratificación de riesgo en cirugía de	Se aplica cada uno de los 145 procedimientos quirúrgicos, con una	Del 1 al 15	De razón

	cardiopatías congénitas	escala que va de 1.5 a 15 puntos. Estos procedimientos se agrupan en cuatro niveles de riesgo: 1: 1.5-5.9 puntos; 2: 6.0-7.9 puntos; 3: 8.0-9.9 puntos y 4: 10.0-15.0 puntos		
Tipo de cardiopatía	Malformación del corazón y/o los grandes vasos	Características morfológicas anormales del corazón y/o los grandes vasos	Por registro del expediente se dividirán en cianógenas o acianógenas	Cuantitativa Dicotómica
Tipo de Cirugía	Cirugía correctiva del corazón y/o los grandes vasos	Obtenida de la nota transquirúrgica	Paliativa o correctiva	Cualitativa Ordinal
Tiempo de Bomba	Lapso que sucede al mantener al paciente en circulación extracorpórea	Tiempo que dura la circulación extracorpórea durante la cirugía cardiovascular. Se obtendrá de la nota transquirúrgica	Minutos	De razón
Tiempo de Pinzamiento	Lapso que sucede entre el pinzamiento aórtico y que se retira dicho pinzamiento	Tiempo en el que se canulan los vasos para realizar el paro circulatorio y termina dicho pinzamiento. Se obtendrá de la nota transquirúrgica	Minutos	De razón
Tiempo de Arresto	Tiempo de paro circulatorio total	Momento quirúrgico en el cual se hace un pinzamiento de la aorta, retirando la circulación distal	Minutos	De razón
Aminas	Fármacos que simulan los efectos de las adrenalina y noradrenalina	Fármacos que favorecen la función cardiovascular en el pre, trans y posquirúrgico	Si/No	Nominal dicotómica
Glucosa sérica	Concentración de azúcar o glucosa en la sangre	Valor que nos permite determinar estado metabólico en el pre, trans y posquirúrgico	mg/dl	Cuantitativa continua
Lactato	Compuesto químico derivado de la glucólisis anaerobia	Valor indicativo de hipoxia tisular	mmol/L	Cuantitativa continua
paCO <sub>2</sub>	Nivel de CO <sub>2</sub> en muestra de sangre periférica	Cantidad de CO <sub>2</sub> en sangre que permite evaluar el estado ácido base del paciente	mmHg	Cuantitativa continua
Sangrado	Hemorragia durante el procedimiento quirúrgico	Valor que permite evaluar la cantidad perdida sanguínea durante el procedimiento quirúrgico	Mililitros	Cuantitativa continua

## **Descripción del Estudio**

1. Se revisó la libreta de ingresos de la Unidad de Cuidados Intensivos y la base de datos de esta, así como la libreta de pacientes del quirófano para registrar los neonatos que hayan sido sometidos a cirugía cardiovascular.
2. Se identificaron a los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión al estudio.
3. Se solicitó el expediente clínico al archivo para llenar la hoja de concentración de datos incluida en el Anexo 3. En esta hoja se llenó con los datos demográficos del paciente y los de variables del estudio.
4. Al terminar de reunir la población propósito, se utilizó un programa SPSS v22 para su análisis.
5. Se realizó la escritura final del documento.

## **Tipo de Muestra**

Se trató de una muestra no probabilística por conveniencia.

## **Análisis Estadístico**

Se realizó estadística descriptiva donde se calcularán frecuencias simples y proporciones, para las cuantitativas se hizo el cálculo de las medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo con el tipo de distribución de las variables.

## **ASPECTOS ÉTICOS.**

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la Salud Título 2°, Capítulo I, Artículo 17, se consideró que el presente estudio es una investigación con riesgo mínimo, la población a quién se dirigió el estudio se encuentra dentro del grupo de población vulnerable (recién nacidos), y se consideró lo establecido en el Título 2°. Capítulo III del mismo reglamento.

El presente trabajo se apegó a las normas establecidas por la Ley General de Salud en su Título 5° (Investigación para la Salud), Capítulo Único, el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud en México y los principios éticos Establecidos en la Declaración de Helsinki signada en 1975, y de las enmiendas realizadas, así como las Normas Internacionales e Institucionales de Buenas Prácticas sobre Investigación en seres humanos, el estudio se llevó a cabo en humanos (recién nacidos).

**Beneficios:** El beneficio que aporta este estudio es identificar los factores que conllevan en la mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular y que nos permita realizar acciones que disminuyan ésta.

**Riesgos:** Por el tipo de análisis retrospectivo con información del expediente clínico el estudio no tiene riesgo.

No requiere consentimiento bajo información

### **Confidencialidad:**

La información obtenida se utilizará acorde a la Ley Federal de Datos Personales en Posesión de los Particulares, no se revelará la identidad de los pacientes en la presentación o la publicación del presente estudio, utilizando códigos para los datos obtenidos y serán resguardados para evitar un uso doloso de los mismos.

## **Recursos Financiamiento y Factibilidad.**

### Recursos Humanos

- Tesista:  
Dra. Aline Amanda Segura Esquivel. Médico Residente de 2º año de Neonatología
- Tutora:  
Dra. Laura Carina Feria Kaiser Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales de la UMAE Hospital de Pediatría del CMN SXXI IMSS

La Dra. Aline Segura será la responsable del desarrollo del protocolo de investigación, de la revisión y selección de la literatura para la redacción del protocolo, revisión de expedientes, recolección de la información y posterior análisis de los resultados y redacción del escrito final.

La Dra. Laura Carina Feria Kaiser participará como asesora del diseño del estudio, así como del análisis metodológico, interpretación de datos y revisión del manuscrito final.

### Recursos Físicos:

El material como hojas, carpeta para resguardo de los datos, plumas, lápices, computadora, impresora, estarán a cargo de la tesista.

### Factibilidad:

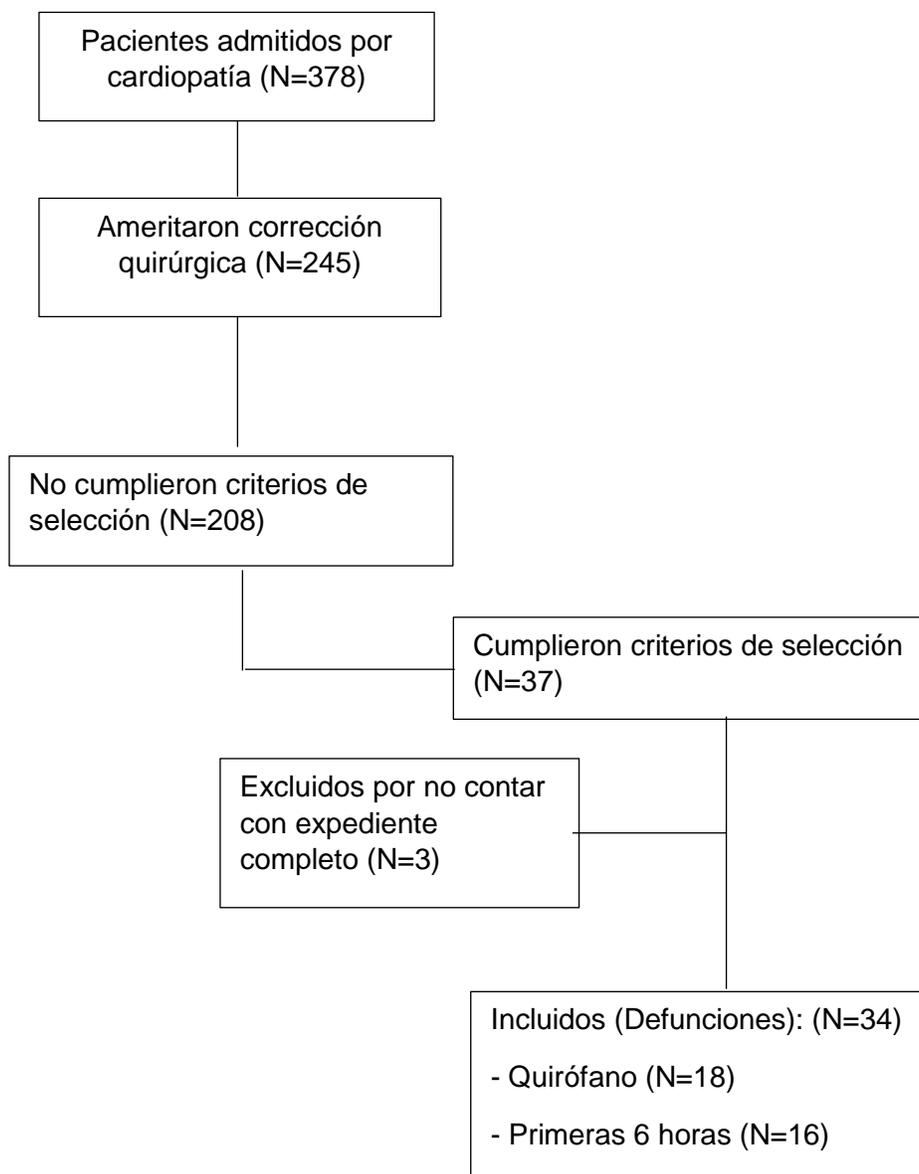
El presente proyecto es factible, ya que se cuenta con el número adecuado de pacientes para este estudio, el archivo clínico para revisión de los expedientes y la experiencia en el área de Neonatología e investigación clínica.

### Confluencia de Interés:

Las autoras declaran que no existe confluencia de interés para la elaboración de este estudio.

## Resultados

Figura 1. Flujograma de pacientes admitidos con cardiopatía congénita



Durante el periodo de estudio ingresaron un total de 378 pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita (Figura 1). 245 ameritaron corrección quirúrgica y de ellos 101 (41.2%) fueron sometidos a circulación extracorpórea (CEC). Nuestro universo de estudio fue de 37 pacientes quienes cumplieron con los criterios de selección, tres de ellos (8.1%)

fueron excluidos debido a que no se contaba con expediente clínico completo, por lo que el grupo final del estudio está constituido por 34 pacientes.

Como se puede observar en la **Tabla 1** se describen las características demográficas generales del grupo de estudio, la mayoría corresponde a pacientes del sexo masculino, a término, la mediana de edad a la cirugía fue de 18 días, la mediana del peso al momento de la cirugía fue de 2 795 gramos y la mediana de la estancia prehospitalaria fue de 5.5 días.

**Tabla 1. Características demográficas generales de los pacientes.**

<b>N= 34</b>		
<b>Masculino, N (%)</b>	20	(58.8)
<b>Edad gestacional (semanas) al nacimiento, N (%)</b>		
<37 semanas	7	(20.6)
>37 semanas	27	(79.4)
<b>Edad en la cirugía (días)</b>	18	(2- 85)
<b>Mediana (min-máx)</b>		
<b>Estancia hospitalaria (días) prequirúrgica,</b>	5.5	(1-68)
<b>mediana (min-máx)</b>		
<b>Peso (gramos) en la cirugía, mediana (min-máx)</b>	2795	(1800-3910)

Con respecto a los diagnósticos más frecuente y las cirugías realizadas están descritas en la **Tabla 2**, donde encontramos que el 35.3% de los pacientes tuvieron transposición de grandes arterias (TGA) aunque solo 11 pacientes se realizó cirugía de

Jatene, en otro paciente se realizó cirugía de Damus-Kaye- Stansel y 20.6% con conexión anómala total de venas pulmonares donde se realizó redirección de flujo en 20.6 %.

---

**N=34**

---

**Tipos de cardiopatía, N (%)**

Transposición de grandes arterias	12	(35.3)
Conexión anómala total de venas pulmonares	7	(20.6)
Síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico	5	(14.7)
Coartación aórtica crítica/Hipoplasia de arco aórtico	5	(14.7)
Tronco arterioso	2	(5.9)
Anomalía de Ebstein	1	(2.9)
Ectopia cordis	1	(2.9)
Agenesia de válvulas pulmonares	1	(2.9)

---

**Cirugía realizada, N (%)**

Cirugía de Jatene	11	(32.4)
Redirección de flujo	7	(20.6)
Cirugía de Norwood	5	(14.7)
Cirugía de Damus-Kaye-Stansel	4	(11.8)
Plastia de arco aórtico	2	(5.9)
Reparación de tronco arterioso	2	(5.9)
Plastia auricular	1	(2.9)
Plastia del infundíbulo pulmonar	1	(2.9)
Reimplante cardiaco	1	(2.9)

---

En los pacientes incluidos, como lo demuestra la **Tabla 3**, se realizó estratificación de riesgo por medio de los sistemas de RACHS-1 y Aristóteles, sin embargo un paciente no se pudo

incluir en el análisis estadístico ya que la cirugía de reimplante cardiaco, no se encuentra estratificada en dichos sistemas, motivo por el cual se incluyeron 33 pacientes, distribuidos en los sistemas de estratificación de riesgo de la siguiente manera: RACHS-1, se distribuyó en seis grupos, de 1 al 6, la escala de estratificación de riesgo de Aristóteles, se dividió en 4 grupos; el primer grupo con un puntaje entre 1.5 a 5.9, el grupo 2 con puntajes entre 6.0 a 7.9, grupo 3, con puntajes entre 8-9.9 y grupo 4, con puntajes entre 10.0-15.0. Observamos que la mayoría de los pacientes se encontraron entre las clasificaciones 3 al 6 del sistema RACHS-1 y en los grupos 3 y 4 del sistema Aristóteles, lo cual hace referencia a la complejidad de las cardiopatías congénitas operadas en nuestro hospital.

**Tabla 3. Estratificación de riesgo**

<b>Estadificación de riesgo, N = 33 (%)</b>	<b>Puntaje</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
RACHS-1			
	1	0	(0)
	2	1	(2.9)
	3	11	(32.4)
	4	11	(32.4)
	5	3	(8.8)
	6	7	(20.6)
Aristóteles			
	1: 1.5-5.9	0	(0)
	2: 6.0-7.9	3	(8.8)
	3: 8.0-9.9	9	(26.5)
	4: 10.0-15.0	21	(61.7)

La **Tabla 4** muestra los tiempos quirúrgicos de nuestros pacientes, donde podemos observar la mediana del tiempo de circulación extracorpórea la cual fue de 141 minutos, en 32 pacientes se realizó pinzamiento aórtico y encontramos una mediana de 60 minutos, cabe destacar que en dos pacientes no se realizó pinzamiento aórtico; sólo 27 pacientes tuvieron paro circulatorio tuvo una mediana de 32 minutos. En nuestro grupo de estudio se observó que la mayoría (58.8%) de los pacientes requirieron de un segundo y un tercer intento de salida de bomba.

**Tabla 4. Tiempos quirúrgicos**

<b>Circulación extracorpórea (minutos)</b>			
<b>mediana (min-máx)</b>			
Tiempo de circulación extracorpórea	141		(57-290)
Pinzamiento aórtico	60		(0-210)
Paro circulatorio	32		(0-64)
<b>Intentos de salida de CEC</b>			
	<b>1</b>	14	(41.2)
	<b>2</b>	14	(41.2)
	<b>3</b>	6	(17.6)

Se realizó un análisis de las condiciones perioperatorios de nuestros pacientes, distribuyéndose de la siguiente manera **Tabla 5**:

- La mayoría de los pacientes recibió apoyo aminérgico en el prequirúrgico, mientras que todos los pacientes en el transquirúrgico y los 16 pacientes que sobrevivieron en UCIN se mantuvieron con apoyo aminérgico.

- El lactato prequirúrgico tuvo una mediana de 1.9 mmol/L, el transquirúrgico reportó una mediana de 7.9 mmol/L. y el postquirúrgico, solo se reportó en 14 pacientes, con una mediana de 9.2 mmol/L.
- La glucosa prequirúrgica se reportó con una mediana de 85.5 mg/dL, en el transquirúrgico fue de 100.5 mg/dL y en el postquirúrgico se cuenta con la información de 14 pacientes los cuales tienen una mediana de 149 mg/dL.
- La presión parcial de CO<sub>2</sub> en el prequirúrgico se reportó en 45 mmHg, en el transquirúrgico la mediana fue de 24 mmHg, llama la atención el valor mínimo de 7 mmHg.

**Tabla 5. Condiciones periquirúrgicas**

<b>Aminas N (%)</b>			
	<b>Prequirúrgicas</b>		
	Si	27	(79.4)
	No	7	(20.6)
	<b>Transquirúrgicas</b>		
	Si	34	(100)
	No	0	(0)
	<b>Postquirúrgicas (N=16)</b>		
	Si	16	(100)
	No	0	(0)
<b>Sangrado (mililitros)</b>			
<b>Mediana (min-max)</b>			
	Prequirúrgicas	0	(0)
	Transquirúrgicas	102	(10-900)

	Postquirúrgicas (N=16)	83	(0-500)
<b>Lactato (mmol/L)</b>			
<b>Mediana (min-max)</b>			
	Prequirúrgicas	1.9	(0.3-9.6)
	Transquirúrgicas	7.9	(1.5-15)
	Postquirúrgicas (N=14)	9.2	(4.6-13.6)
<b>Glucosa (mg/dl)</b>			
<b>Mediana (min-max)</b>			
	Prequirúrgicas	85.5	(35-317)
	Transquirúrgicas	100.5	(50-250)
	Postquirúrgicas (N=14)	149	(100-500)
<b>pCO<sub>2</sub> (mmHg)</b>			
<b>Mediana (min-max)</b>			
	Prequirúrgicas	45	(20-102)
	Transquirúrgicas	24	(7-86)
	Postquirúrgicas (N=14)	30.5	(23-48)
<b>Hto (%)</b>			
<b>Mediana (min-max)</b>			
	Prequirúrgicas	37	(24-56)
	Transquirúrgicas	36	(18-45)
	Postquirúrgicas (N=14)	37	(20-53)

Se reportaron complicaciones en 25 pacientes, siendo los más frecuentes trastornos del ritmo y falla ventricular como lo describe la **Tabla 6**

**Tabla 6. Complicaciones**

	<b>N=25</b>	<b>%</b>
<b>Alteraciones en la coagulación</b>		
Hemorragia transquirúrgica	3	(12)
Hemorragia postquirúrgica	2	(8)
Trombosis coronaria	1	(4)
<b>Trastornos del ritmo</b>		
Bradicardia al cierre esternal	1	(4)
Fibrilación ventricular	9	(36)
<b>Anatomía no favorable</b>		
Falla ventricular	8	(32)
Aneurisma coronario	1	(4)

Se describe en la **Tabla 7.** que las defunciones registradas 52.9% se presentaron en el quirófano y el 47.1 en las primeras 6 horas postquirúrgicas, con una mediana de 120 minutos de sobrevida postquirúrgica.

**Tabla 7. Mortalidad**

<b>Defunciones CEC, N34 (%)</b>		
Defunciones quirófano	18	(52.9)
Defunciones UCIN (Primeras 6 horas)	16	(47.1)

## **Discusión**

De nuestra población estudiada la mayoría de los pacientes pertenecen al género masculino, dato que coincide con lo reportado por Cervantes-Salazar y cols (36). La mediana de edad a la cirugía fue de 18 días, dicha variación puede deberse a que el Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI es un hospital de referencia y muchas veces el diagnóstico y la referencia se realizan de manera tardía.

En cuanto a los diagnósticos de cardiopatía congénita, los más frecuentes en orden decreciente fueron: transposición de grandes arterias, conexión anómala total de venas pulmonares, síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico y patología del arco aórtico (coartación aórtica crítica e hipoplasia de arco aórtico), para nuestro estudio se descartaron cardiopatías como conducto arterioso permeable, atresia pulmonar y todas aquellas cardiopatías a las que únicamente se realizó cateterismo intervencionista. Comparando con el estudio realizado por Cervantes-Salazar y cols (36) quienes encuentran la conexión anómala total de venas pulmonares y patología del arco aórtico dentro de las primeras 5 cardiopatías admitidas. Los reportes previos en nuestro hospital, realizados por Feria y cols (4) concuerdan con lo encontrado en nuestro estudio, ya que se reporta al síndrome de ventrículo hipoplásico, la patología del arco aórtico y transposición de grandes arterias dentro de las 10 primeras causas de ingresos por cardiopatía congénita.

En cuanto a los procedimientos quirúrgicos realizados, el más frecuente, fue la cirugía de Jatene, realizada en 11 pacientes, a uno de los pacientes con diagnóstico de transposición de grandes arterias se realizó cirugía de Damus-Kaye-Stansel con este tipo de procedimientos llama la atención la estratificación de riesgo de nuestros pacientes, ya que la mayoría se encontró entre las clasificaciones 3 al 6 del sistemas RACHS-1 y en los grupos 3 y 4 del sistema Aristóteles, lo cual hace referencia a la complejidad de las cardiopatías congénitas admitidas en nuestro hospital y como consecuencia la mortalidad

reportada, dato que contrasta con lo encontrado con Benavidez OJ y cols (37), quienes reportan la mayoría de sus pacientes entre los grupos 1 al 3 de RACHS-1, de manera similar a lo encontrado por Padley JR y cols (38) quienes ubican a la mayoría de sus pacientes en los grupos 1 al 3 del sistema RACHS-1.

Los tiempos quirúrgicos reportados en nuestro estudio son datos que disipan de lo reportado en la literatura internacional, en el estudio realizado por García-Hernández y cols, donde establecen que pacientes con un tiempo de bomba mayor a 149 minutos tienen mayor riesgo de mortalidad (33) y en el estudio realizado por Al-Sarraf y cols (25), donde asientan el tiempo de pinzamiento aórtico mayor de 60 minutos como factor de riesgo predictor independiente de morbilidad y mortalidad, aunque nuestra mediana coincide con lo informado en la literatura algunos de nuestros pacientes tuvieron tiempos muy prolongados que pudieran correlacionarse con el resultado final desfavorable. Sin embargo, hay diferentes estudios que contrastan con los resultados obtenidos, como el estudio publicado por Weisel y cols (39), quienes demostraron que un tiempo de pinzamiento aórtico prolongado, así como una cardioplejía congelada uniforme proveían protección miocárdica y el estudio publicado por Bezon y cols (27), para quienes ni el TPAo (tiempo de pinzamiento aórtico), ni el TCE (tiempo de circulación extracorpórea) incrementan la mortalidad o morbilidad postoperatoria.

En el resto de los factores perquirúrgicos estudiados, se puede observar que la mayoría de los pacientes, amerito apoyo aminérgico, en el prequirúrgico, determinando de manera indirecta la función cardiovascular previa al evento quirúrgico, datos que pudieran ser determinantes para que los pacientes presenten un pronóstico favorable, como es referido por García-Hernández y cols (33), donde se demuestra que los pacientes fallecidos presentaban un déficit en el aporte de oxígeno a los tejidos, producido por una reducción del gasto cardiaco. Los factores bioquímicos estudiados, fueron lactato, glucosa y pCO<sub>2</sub>,

en los cuales se observó que los pacientes fallecido, presentaban lactato transquirúrgico y postquirúrgico por arriba de 7, con una mediana en el transquirúrgico de 7.9 mmol/L y de 9.2 mmol/L en el postquirúrgico, como se demuestra en el estudio realizado por García-Hernández y cols (33), donde se observó que pacientes con lactato por arriba de 7 mmol/L, tienen altas probabilidades de fallecer. Dato que se corrobora en el estudio realizado por Abraham y cols (40), quien investigó los factores de riesgo transquirúrgico para presentar hiperlactatemia en pacientes a quienes se les realizó reparación de defectos septales atriales, concluyendo que el tiempo de bomba fue un factor independiente para la presencia de hiperlactatemia postquirúrgica, al igual que en el estudio realizado por O'Connor y cols (41), donde se estudiaron los valores de lactato preoperatorio y su impacto en pacientes operados de cirugía cardíaca, se refiere que los factores de riesgo para una hiperlactatemia tardía son: hiperglucemia, tiempo de bomba prolongado y uso de catecolaminas de forma elevada.

En cuanto a la glucosa, lo valores reportados en nuestra población fue que de los 14 pacientes de los que se cuenta con reportes postoperatorios, 9 de ellos se reportaron con una glucosa por arriba de 120 mg/dl, con una mediana de 149 mg/dl. El informe desarrollado por Rossano y cols, sugiere que la hipoglucemia, más que la hiperglucemia, está relacionada con crisis convulsivas con actividad detectada en electroencefalograma (42). En otros como el realizado por De Ferranti y cols, reporta que la hiperglucemia no se ha asociado con efectos adversos en el neurodesarrollo (43). En el estudio realizado por Yates y cols en 2006, se encontró que hay asociación entre la hiperglicemia e incremento en la morbilidad en pacientes pediátricos operados de cirugía cardiovascular (44).

En cuanto a las complicaciones encontradas en nuestra población de estudio se reportó que la mayoría corresponden a trastornos del ritmo (bradicardia sinusal y fibrilación ventricular), con un 40% de los casos. En el estudio realizado por Mirzaei y cols (45) en el

año 2015, se reportaron en 34.4% de los pacientes complicaciones cardiacas, siendo el bloqueo auriculo ventricular y las arritmias ventriculares las más frecuentes, aunado el estudio realizado por Shanmogam y cols (46) en el año 2012, en el cual se reporta un incremento en el riesgo postoperatorio hasta en un 14.5%.

Limitaciones del estudio:

- Al ser un estudio retrospectivo, en algunos casos no se pudieron recolectar todos los datos acerca de las condiciones clínicas, sobre todo en el postoperatorio inmediato, motivo por el cual solo se cuenta con un registro de 14 pacientes de los 16 pacientes fallecidos en UCIN.
- Al no contar con un grupo control, no fue posible determinar los factores de riesgo asociados a mortalidad.
- Se puede considerar que hay sesgo de referencia, dado que el tipo de hospital al que pertenecemos es considerado una unidad de referencia, por lo tanto, los resultados deben interpretarse bajo esa perspectiva.

De acuerdo a lo anterior, se puede proponer lo siguiente:

- Favorecer el preacondicionamiento, ya que, al realizarse el procedimiento quirúrgico, van a encontrarse con menos casos de falla ventricular secundaria a la hipoxia prequirúrgica prolongada.
- Mantener determinaciones y vigilancia estrecha de lactato sérico en el prequirúrgico, transquirúrgico y postquirúrgico, debido a que se encuentra una estrecha relación entre la hiperlactatemia y el incremento en la mortalidad.
- Se sugiere continuar con este estudio, modificando el diseño de investigación, manteniendo la búsqueda de mortalidad en el transquirúrgico y postquirúrgico

inmediato, sin embargo, consideramos importante tener referencia con un grupo control, para de esta manera poder determinar los factores de riesgo asociados.

## Conclusiones

1. Las principales tres principales cardiopatías que se presentaron en las defunciones transoperatorias y postoperatorias inmediatas fueron la transposición de grandes arterias, la conexión anómala total de venas pulmonares y el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, datos que concuerdan con los datos obtenidos, en las estratificaciones de riesgo, ya que la mayoría de los pacientes se encuentran entre el RACHS-1 del 3 al 6 y en los grupos 3 y 4 del sistema de Aristóteles.
2. Se reportan tiempos de circulación extracorpórea prolongados en todos los pacientes que fallecieron, la mayoría de los pacientes se requirió de dos o hasta tres intentos para salir de la circulación extracorpórea.
3. No se pudo demostrar un factor asociado específico para muerte transoperatoria o postoperatoria temprana.
4. Se encontró que las principales complicaciones asociadas a mortalidad son los trastornos del ritmo con una mortalidad de 33.6% de los pacientes sometidos a circulación extracorpórea,
5. Se sugiere planear un estudio, prospectivo para conocer si existen factores de riesgo asociados a mortalidad perioperatoria y transoperatoria inmediata en los cuales se pudiera incidir con la finalidad de disminuir la mortalidad en los recién nacidos con cardiopatía congénita compleja.

## Referencias

1. Van der Linde D, Konings E, Slager M, Witsenburg M. Birth Prevalence of Congenital Heart Disease WorldWide. *Journal of the American College of Cardiology* 2011; 58 (21): 2341-2347.
2. Calderón CJ, Cervantes CJ, Curi CP, Ramirez MS, Problemática de las cardiopatías congénitas en México. Propuesta de regionalización. *Arch Cardiol Mex* 2010; 80(2): 133-140.
3. Buendía A, Gloss G. Manejo de las cardiopatías congénitas: Estado del arte. *Arch Cardiol Mex* 2003; 73: 21-25.
4. Feria Kaiser CL, Vargas MH, Furuya ME, Epidemiological trends 1992-2007 in a neonatal intensive care unit. *Gac Med Mex* 2013; 149 (1):5-15.
5. Buendía A, Calderón-Colmenero J, Patiño-Bahena E, Zabal C, Erdmenger J, Ramírez S et al. Secuencia de estudio en el niño con cardiopatía congénita. *PAC Pediatría I. México. Editorial Intersistemas. 2004: 504-605.*
6. Turley K. Current method of repair of truncus arteriosus. *J Cardiovasc Surg* 1992;7:1-4.
7. Raisher BD, Grant JW, Martin TC, Strauss AW. Complete repair of the total anomalous pulmonary venous connection in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:443-48.
8. Keane JF, Driscoll DJ, Gersony WM, Hayes CJ, Kidd L. Second Natural History Study of Congenital Heart Defects. Results of treatment of patients with aortic valvular stenosis. *Circulation* 1993;87 (suppl I):I-16-I-27
9. Ziemer G, Jonas RA, Perry SB. Surgery for coarctation of the aorta in the neonate. *Circulation* 1986;74(suppl I):25-31.

10. Kidd L, Driscoll DJ, Gersony WM, Hayes CJ, Keane JF, O'Fallon M et al. Second Natural History of Congenital Heart Defects. Results of treatment of patients with ventricular septal defects. *Circulation* 1993;87 (suppl I):138-151
11. Whight CM, Barrat-Boyes BG, Calder L, Neutza JM, Brandt PWT. Total anomalous pulmonary venous connection. Long-term results following repair in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978; 75: 52-63.
12. Bove EL, Beekman RH, Snider AR. Arterial repair for transposition of the great arteries and large ventricular septal defect in early infancy, *Circulation* 1988;78:III26-III31.
13. Castaneda AR. Arterial switch operation for simple and complex TGA-indication criterias and limitations relevant to surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 1991;2 (suppl 39):151-154.
14. Serraf A, Bruniaux J, Lacour Gayet F. Anatomic correction of transposition of the great arteries with ventricular septal defect. Experience with 118 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;102:140-47.
15. Popov F, Tirilomis T, Geiser M. Midterm results after switch operation for transposition of great arteries: a single centre experience. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2012; 7:83.
16. Bailey LL, Gundry SR. Hypoplastic left heart syndrome. *Pediatr Clin North Am.* 1990;37:912.
17. Hayes CJ, Gersony WM, Driscoll DJ, Keane JF, Kidd L, O'Fallon M, et al. Second Natural History Of Congenital Heart Defects. Results of treatment of patients with pulmonary valvar stenosis. *Circulation.* 1993;87 (suppl I):I28-137.
18. Calderón CJ, Ramírez MS, Métodos de estratificación de riesgo en la cirugía de cardiopatías congénitas. *Archivos de Cardiología de México.* 2008; 78 (1): 60-67

19. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH and Lezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. 2002 J Thorac Cardiovasc Surg;123:110-118.
20. Marcano SL, Romero SA, Serrano RG, Sánchez NN, Cirugía cardiovascular pediátrica en normotermia durante la circulación extracorpórea. Medisur (en línea) 2012; 10:47-54 (e)
21. Engelman R, Baker R, Likosky D, Grigore A. Clinical Practice Guidelines of Cardiopulmonary Bypass – Temperature Management During Cardiopulmonary Bypass. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia. 2015; 100:748-757.
22. Hemant SA, Karen BW, Benjamin RS, Brian SD, David PB, Postoperative complications and association with outcomes in pediatric cardiac surgery. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2013; 148(2):609-617
23. Valenzuela FG, Valenzuela FA, Ortega RJ, Penagos PM, Pérez CJ. Alteraciones fisiopatológicas secundarias a circulación extracorpórea en cirugía cardíaca. Cir Ciruj. 2005; 73: 143-149
24. Salis S, Mazzanti VV, Merili G, Salvi L, Tedesco CC, Veglia F, Sissillo E, Cardiopulmonary bypass duration is an independent predictor of morbidity in low and high risk cardiac surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008; 22(6):814-22
25. Al-Sarraf N, Thalib L, Hughes A, Houlihan M, Tolan M, Young V, McGovern E, Cross-clamp time is an independent predictor of mortality and morbidity in low and high risk cardiac patients. Int J Surg. 2011; 9 (1): 104-9.
26. Doenst T, Borger MA, Weisel RD, Yau TM, Maganti M, Rao V, Relation between aortic cross-clamp time and mortality not as straightforward as expected. Eur J Cardiothorac Surg. 2008; (33): 660-665.

27. Bezon E, Choplain NJ, Azis-Khalifa AA, Numa H, Salley N, Barra JA, Continuous retrograde blood cardioplegia ensures prolonged aortic cross-clamping time without increasing the operative risk. *ICTVS*. 2006; (5): 403-407
28. Gupta P, Jacobs JP, Pasquali SK, Hill KD, Gaynor JW, O'Brien SM, Sheng S. Epidemiology and Outcomes After in-Hospital Cardiac Arrest After Pediatric Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg* 2014; 98(6): 2138-2144
29. Whiting D, Yuki K, DiNardo JA. Cardiopulmonary bypass in the pediatric population. *Best practice & Research Anaesthesiology*; 2015; 29: 241-256
30. Eggum R, Ueland T. Effect of perfusion temperature on the inflammatory response during cardiac surgery. *Ann Thorac Surgery* 2008; 85: 611-7.
31. Pouard P, Bojan M. Neonatal Cardiopulmonary Bypass. *Pediatric Cardiac Surgery Annual* 2013; 16: 59-61.
32. De Campli WM, Olsen MC, Munro HM, Felix DE. Perioperative Hyperglycemia: Effect on Outcome After Infant Congenital Heart Surgery. *Ann Thorac Surg*, 2010; 89:181-186.
33. García-Hernández JA, Benítez-Gómez IL, Martínez López AI. Marcadores pronósticos de mortalidad en el postoperatorio de las cardiopatías congénitas. *Anales de Pediatría*, 2012; 77 (6): 366-373.
34. Ranucci M, De Toffol B, Isgró G, Romitti F, Conti D. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Critical Care*, 2006; 10 (6), 158-167.
35. Fernández CS, Gutiérrez TG, Vigurri UR, Principales causas de mortalidad infantil en México: tendencias recientes. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2012; 69 (2):144-148
36. Cervantes SJ, Calderón CJ, Ramírez MS, Palacios MA, Bolio CA, Vizcaíno AA. Mexican registry of a pediatric cardiac surgery. First report. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2014; 74 (5):286-291

37. Benavidez OJ, Gauvreau K, Del Nido P, Bacha E, Jenkins K. Complications and Risk Factors for Mortality During Congenital Heart Surgery Admissions. *Ann Thorac Surg* 2007; 84:147-155.
38. Padley JR, Cole AD, Pye VE, Chard RB, Nicholson IA, Jacobs S. Five-year analysis of Operative Mortality and Neonatal Outcomes in Congenital Heart Disease. *Heart, Lung and Circulation* 2011;20:460-467.
39. Weisel RD, Hoy FB, Baird RJ, Mickle DA, Ivanov J, Madonik MM, McLaughlin PR, Improved myocardial protection during a prolonged cross-clamp period. *Ann Thorac Surg* 1983; 36(6):664-676.
40. Abraham BP, Prodhan P, Jaquis RD, Bhutta AT, Gossett JM, Cardiopulmonary bypass Flow rate: a risk factor for hyperlactatemia after surgical repair of secundum atrial sept defect in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139(1):170-173
41. O'Connor E, Fraser JF, The interpretation of perioperative lactate anomalies in patients undergoing cardiac surgery. *Anaesth intensive care* 2012; 40(4):598-603.
42. Rossano JW, Taylor MD, Smith EO, et al. Glycemic profile in infants who have undergone the arterial switch operation: hyperglycemia is not associated with adverse events. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135:739–45.
43. De Ferranti S, Gauvreau K, Hickey PR, et al. Intraoperative hyperglycemia during infant cardiac surgery is not associated with adverse neurodevelopmental outcome at 1, 4, and 8 years. *Anesthesiology* 2004; 100:1345–52.
44. Yates AR, Dyke PC II, Taeed R, et al. Hyperglycemia is a marker for poor outcome in the postoperative pediatric cardiac patient. *Pediatr Crit Care Med* 2006;7:351–5.
45. Mirzaei M, Mirzaei S, Sepahvand E, Rahmanian KA, Jargar JM. Evaluation of Heart Surgery in Children With Congenital Heart Disease at Dena Hospital of Shiraz. *Glob J Health SCI* 2015; 8(5):33-38.

46. Shanmugam, G., Clark LL., Burton HJ, Warren AE, O'Blenes SB. Improving and standardizing capture of pediatric cardiac surgical complications. J Thorac Cardiovasc Surg 2012; 144(3), 570-576.

## ANEXO 1

### Riesgo Ajustado Para Cirugía de Enfermedad Cardíaca Congénita (RASCH-1)

Categoría de Riesgo 1
Cirugía de CIA (incluye formane oval permeable, seno venoso)
Aortopexia
Cirugía de conducto arterioso >30 días de vida
Reparación de coartación >30 días de vida
Cirugía de conexión parcial de venas pulmonares
Categoría de Riesgo 2
Valvulotomía aórtica o valvuloplastía >30 días de vida
Resección de estenosis subaórtica
Valvulotomía pulmonar o valvuloplastía
Reemplazo de válvula pulmonar
Infundibulectomía ventricular derecha
Aumento del tracto de salida pulmonar
Reparación de fístula de la arteria coronaria
Reparación de defecto septal atrial y ventricular
Reparación de defecto septal ventricular primum
Reparación de defecto septal ventricular
Cierre de defecto septal ventricular y valvulotomía pulmonar o resección infundibular
Cierre de defecto septal ventricular y remoción de cerclaje de la pulmonar
Reparación de defecto septal inespecífico
Corrección total de Tetralogía de Fallot
Corrección total de conexión anómala de venas pulmonares > 30 días de vida
Cortocircuito de Glenn
Anillo vascular
Reparación de ventana aorto-pulmonar
Corrección de coartación ≤ de 30 días de vida
Corrección de estenosis de la arteria pulmonar
Transección de arteria pulmonar
Cierre de atrio común
Reparación de cortocircuito ventricular izquierdo a atrial derecho

Anexo 1

Continuación

Categoría de Riesgo 3
Reemplazo valvular aórtico
Cirugía de Ross
Parche en el tracto de salida del ventrículo izquierdo
Ventriculomiotomía
Aortoplastía
Valvulotomía mitral o valvuloplastía
Reemplazo mitral valvular
Valvulectomía de válvula tricúspide
Valvuloplastía o valvulotomía tricuspidea
Reemplazo valvular de la tricúspide
Reposicionamiento de la válvula tricúspide para anomalía de Ebstein > 30 días
Reparación de arteria coronaria anómala sin túnel intrapulmonar
Reparación de arteria coronaria anómala con túnel intrapulmonar (Takeuchi)
Cierre de válvula semilunar, aórtica o pulmonar
Canalización del ventrículo derecho a arteria pulmonar
Canalización de ventrículo izquierdo a arteria pulmonar
Reparación de doble vía de salida del ventrículo derecho con o sin reparación de obstrucción ventricular derecha
Cirugía de Fontan
Reparación de canal atrioventricular completo o transicional con o sin reemplazo valvular
Cerclaje de la arteria pulmonar
Reparación de la Tetralogía de Fallot con atresia pulmonar
Reparación de cortriatriatum
Cortocircuito sistémico a arteria pulmonar
Switch atrial
Switch arterial
Reimplante de arteria pulmonar anómala
Anuloplastía
Reparación de coartación y cierre de defecto septal ventricular
Resección de tumor intracardiaco

## Anexo 1

Continuación

Categoría de Riesgo 4
Valvulotomía aórtica o valvuloplastía < 30 días
Cirugía de Konno
Reparación de anomalía compleja (ventrículo único) ampliando el defecto septal ventricular
Reparación de anomalía total de venas pulmonares < 30 días de vida
Septectomía atrial
Reparación de transposición, defecto septal ventricular y estenosis subpulmonar (Rastelli)
Switch atrial con cierre de defecto septal ventricular
Switch atrial con reparación de estenosis subpulmonar
Switch arterial con remoción del cerclaje de la arteria pulmonar
Switch arterial con reparación de estenosis subpulmonar
Switch arterial con cierre de defecto septal ventricular
Reparación de tronco arterioso
Reparación de interrupción o hipoplasia de arco aórtico sin cierre de defecto septal ventricular
Reparación de interrupción o hipoplasia de arco aórtico con cierre de defecto septal ventricular
Injerto transverso de arco
Unifocalización para Tetralogía de Fallot y atresia pulmonar
Doble switch
Categoría de Riesgo 5
Reposición de válvula tricúspide en anomalía de Ebstein < 30 días de vida
Reparación de tronco arterioso y arco interrumpido
Categoría de Riesgo 6
Reparación estadio 1 de SVIH (Norwood)
Reparación estadio 1 de síndrome de ventrículo izquierdo no hipoplásico (Damus-Kaye-Stansel)

Reproducido de: Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW, Spray TL, Moller JH and Iezzoni LI. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. 2002 J Thorac Cardiovasc Surg;123:110-118.

## Anexo 2

### Puntaje Aristóteles

Score básico Operaciones principales
1.5 Drenaje pleural 1.5 Broncoscopia 1.5 Cierre diferido del esternón 1.5 Exploración mediastinal 1.5 Drenaje de esternotomía
2.0 Colocación de balón de contrapulsación intraaórtica
3.0 Foramen oval persistente, cierre directo 3.0 CIA, cierre directo 3.0 CIA, cierre con parche 3.0 CIA, cierre parcial 3.0 Marcapaso permanente 3.0 Marcapaso, implantación previa, cirugía 3.0 Drenaje pericárdico 3.0 Cierre de fenestración interatrial 3.0 Persistencia del conducto arterioso, tratamiento quirúrgico
3.5 Fístula sistémico pulmonar, ligadura y/o sección-sutura
3.8 CIA, tabicación de aurícula única
4.0 CIA, creación, ampliación 4.0 Canal AV parcial, reparación 4.0 Fístula coronaria, ligadura 4.0 Ligadura del canal torácico 4.0 Plicatura de diafragma 4.0 Desfibrilador implantación 4.0 Desfibrilador, implantación previa, cirugía
5.0 Fenestración interatrial 5.0 Canal AV intermedio, reparación 5.0 Conexión anómala parcial de venas pulmonares, reparación 5.0 Biopsia pulmonar 5.0 Fístula arteriovenosa pulmonar, reparación 5.0 Decorticación pleural
5.3 Pectus excavatum, reparación
5.6 Válvula pulmonar, reparación
6.0 CIV, cierre directo 6.0 CIV, cierre con parche 6.0 Fístula aorto-pulmonar, reparación 6.0 Válvula truncal, recambio 6.0 Reconstrucción arteria pulmonar - tronco 6.0 Coartación, reparación término-terminal 6.0 Coartación, reparación con pared de arteria subclavia (Waldhausen) 6.0 Coartación, reparación con parche 6.0 Doble arco aórtico, reparación 6.0 Bandaje A. pulmonar 6.0 Retiro de bandaje A. pulmonar

6.0 Decorticación pericárdica
6.0 ECMO
6.3 Fístula sistémico pulmonar, Blalock-Taussig modificado
6.3 Estenosis aórtica, subvalvular, reparación
6.5 Obstrucción V. derecho, reparación
6.5 Válvula pulmonar, recambio
6.8 Corazón triatrial, reparación
6.8 Fístula sistémico pulmonar, central
7.0 Ventrículo derecho bicameral, reparación
7.0 Válvula truncal, valvuloplastia
7.0 Anomalía del retorno venoso sistémico, reparación
7.0 Oclusión colaterales aorto-pulmonares
7.0 Valvuloplastia tricúspide
7.0 Resección de válvula tricúspide
7.0 Arco aórtico, reconstrucción
7.0 Cavopulmonar bidireccional
7.0 Válvula aórtica, recambio, mecánica
7.0 Válvula aórtica, recambio, bioprótesis
7.0 Asistencia circulatoria ventricular derecha (sin oxigenador)
7.0 Recuperación tunelización atrial, después Senning o Mustard
7.5 Fenestración del septo ventricular
7.5 T. de Fallot, reparación con ventriculotomía, sin parche transanular
7.5 Recambio tricúspide
7.5 Bypass coronario
7.5 Recambio valvular mitral
7.5 Cavopulmonar bidireccional bilateral
7.5 Conducto V. derecho-A. pulmonar
7.5 Estenosis aórtica, supravalvular, reparación
7.5 Aneurisma del seno de valsalva, reparación
7.8 Tunelización intra-atrial (otra que Mustard o Senning)
7.8 Reconstrucción arteria pulmonar - rama central (extrahiliar)
7.8 Reconstrucción arteria pulmonar - rama distal (intrahiliar)
7.8 Coartación, reparación con conducto protésico
8.0 Conducto valvulado (o no valvulado), reintervención
8.0 Síndrome de la cimitarra, reparación
8.0 Estenosis de una vena sistémica, reparación
8.0 Tetralogía de Fallot, reparación sin ventriculotomía
8.0 T. de Fallot, reparación con ventriculotomía, con parche transanular
8.0 Tetralogía de Fallot, reparación con conducto VD-AP
8.0 Hemifontan
8.0 Aneurisma V. derecho, reparación
8.0 Aneurisma de A. pulmonar, reparación
8.0 Tumor cardíaco, resección
8.0 Embolectomía pulmonar
8.0 Embolectomía pulmonar, aguda
8.0 Conducto V. izquierdo-A. pulmonar
8.0 Válvula aórtica, reparación
8.0 Coartación, reparación término-terminal con anastomosis extendida
8.0 Arritmia atrial, corrección quirúrgica
8.0 Valvuloplastia mitral
8.0 Arritmia ventricular, corrección quirúrgica

8.3 Túnel V. Izquierdo-aorta, reparación
8.5 Válvula aórtica, recambio, homoinjerto 8.5 Raíz aórtica, recambio con conservación de la válvula aórtica 8.5 Senning
8.8 Aneurisma aórtico, reparación 8.8 Raíz aórtica, recambio, mecánica
9.0 CIV múltiple, cierre directo o con parche 9.0 CIV, creación, ampliación 9.0 Canal AV completo, reparación 9.0 Origen de rama pulmonar de la aorta ascendente, reparación 9.0 Conexión anómala total de venas pulmonares, reparación 9.0 Atresia pulmonar con CIV 9.0 Cierre orificio tricúspide 9.0 Corrección 1 ½ 9.0 Arteria pulmonar de trayecto anormal (sling AP), reparación Estenosis mitral, anillo supravalvular, reparación 9.0 Fontan, conexión atriopulmonar 9.0 Fontan, conexión atrioventricular 9.0 Fontan, conexión cavopulmonar total, túnel lateral, fenestrado 9.0 Fontan, conexión cavopulmonar total, túnel lateral, no fenestrado 9.0 Fontan, extracardiaco, fenestrado 9.0 Fontan, extracardiaco, no fenestrado 9.0 TGA corregida, cierre de CIV 9.0 Mustard 9.0 Aneurisma V. izquierdo, reparación 9.0 Conducto V. izquierdo-aorta 9.0 Embolectomía pulmonar, crónica
9.3 Tetralogía de Fallot + Canal AV completo, reparación 9.3 Trasplante cardíaco
9.5 Anastomosis AP-Ao (Damus-Kay-Stansel) (sin reconstrucción del arco) 9.5 Raíz aórtica, recambio, homoinjerto 9.5 Raíz aórtica, recambio, bioprótesis
10.0 Corrección anatómica (Jatene) 10.0 Rastelli 10.0 Coronaria anómala, origen de la arteria pulmonar, reparación 10.0 Cierre de CIV y reparación de coartación 10.0 Cierre de CIV y reparación del arco aórtico 10.0 Ebstein, valvuloplastia
10.3 Doble salida del ventrículo derecho, tunelización intraventricular 10.3 Ross
10.8 Interrupción del arco aórtico, reparación
11.0 Tronco arterioso común, reparación 11.0 Tetralogía de Fallot con agenesia de la válvula pulmonar, reparación 11.0 Atresia pulmonar con CIV y colaterales aortopulmonares 11.0 Unifocalización colaterales aortopulmonares 11.0 Disección aórtica, reparación 11.0 TGA corregida, switch atrial + Rastelli 11.0 TGA corregida, cierre de CIV y conducto V. izquierdo-A. pulmonar

11.0 Jatene + cierre de CIV
11.0 Remodelación ventricular
11.0 Doble salida de ventrículo izquierdo, reparación
11.0 Konno
12.0 Estenosis de venas pulmonares, reparación
12.0 Trasplante pulmonar
12.0 Plastia de reducción del ventrículo izquierdo (Batista)
12.5 Fontan, conversión en conexión cavopulmonar total
12.5 Ross-Konno
13.3 Trasplante corazón-pulmón
13.8 TGA corregida, doble switch (switch arterial + atrial)
14.5 Norwood
15.0 Reparación biventricular de ventrículo izquierdo hipoplásico

**Anexo 3**

Hoja de Recolección de Datos

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Fecha de Ingreso: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ No Afiliación: \_\_\_\_\_

Sexo: F\_\_ M\_\_ Edad gestacional: \_\_\_\_\_ Edad ingreso: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

Cirugía: \_\_\_\_\_

Fecha de cirugía: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

RACHS-1: \_\_\_\_\_ Aristóteles \_\_\_\_\_ Cirugía paliativa 1 Cirugía correctiva 2

TCEC (min) \_\_\_\_\_ TPA (min) \_\_\_\_\_ TAC (min) \_\_\_\_\_

Intentos de salida CEC: \_\_\_\_\_

	Precirugía	Transcirugía	Postcirugía
Dobutamina			
Adrenalina			
Norepinefrina			
Levosimendan			
Sangrado (ml)			

	Precirugía	Transcirugía	Postcirugía
Lactato			
Glucosa			
CO <sub>2</sub>			
Hto			

Otras complicaciones 1. Si \_\_\_\_\_

2. No \_\_\_\_\_

Muerte: 1 .Quirófano 0 2.UCIN 0 \_\_\_\_\_ horas

Fecha de egreso: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **Anexo 4**

### **Carta de Consentimiento bajo Información**

El presente trabajo no requiere de consentimiento informado, se apega a las normas establecidas por la Ley General de Salud en su Título 5° (Investigación para la Salud), Capítulo Único, el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud en México y los principios éticos Establecidos en la Declaración de Helsinki signada en 1975, y de las enmiendas realizadas, así como las Normas Internacionales e Institucionales de Buenas Prácticas sobre Investigación en seres Humanos, el estudio se llevará a cabo en humanos (recién nacidos).

No requiere carta de consentimiento informado.

#### **Confidencialidad:**

La información obtenida se utilizará acorde a la Ley Federal de Datos Personales en Posesión de los Particulares, no se revelará la identidad de los pacientes en la presentación o la publicación del presente estudio, utilizando códigos para los datos obtenidos y serán resguardados para evitar un uso doloso de los mismos.