



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA**

**“DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
PROTOCOLO ESTANDARIZADO PARA UNA REESTERNOTOMÍA  
SEGURA”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**ESPECIALISTA EN  
CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA PEDIÁTRICA**

**PRESENTA:**

**DRA. ANA IRENE RAMÍREZ ANTÚNEZ**

**TUTORES:**

**DR. ALEXIS PALACIOS-MACEDO QUENOT**

**DR. HÉCTOR SANTIAGO DILIZ NAVA**

**ASESOR METODOLÓGICO:**

**LUIS ANTONIO GARCÍA BENÍTEZ**

**OSCAR ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**"DESCRIPCION DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DE  
UN PROTOCOLO ESTANDARIZADO PARA UNA  
REESTERNOTOMIA SEGURA"**



---

DR. LUIS XOCHIHUA DIAZ  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA



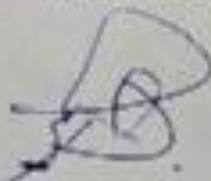
---

DRA. ROSA VALENTINA VEGA RANGEL  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



---

DR ALEXIS JAVIER PALACIOS MACEDO QUENOT  
PROFESOR TITULA DEL CURSO DE CIRUGIA CARDIOTORACICA  
PEDIATRICA



---

DR. ALEXIS JAVIER PALACIOS MACEDO QUENOT  
TUTOR DE TESIS



---

LUIS ANTONIO GARCIA BENITEZ  
ASESOR METODOLOGICO



---

OSCAR ALBERTO PEREZ GONZALEZ  
ASESOR METODOLOGICO

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi familia por su constante apoyo en cada decisión que he tomado en mi formación profesional, por celebrar mis logros y darme fuerza en momentos difíciles. A Alan, mi compañero de vida, por haber iniciado conmigo este viaje y acompañarme en cada subida y bajada de la montaña rusa con su comprensión inquebrantable.

Al Instituto Nacional de Pediatría por formarme estos 10 años para dar una atención de calidad y con calidez humana característico del hospital. A todos mis maestros de todos los niveles y áreas, en especial a los que me acompañaron en mis últimos 3 años quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional. ¡Gracias!

## RESUMEN.

<i>Título de tesis</i>	<b>“DESCRIPCION DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION DE UN PROTOCOLO ESTANDARIZADO PARA UNA REESTERNOTOMIA SEGURA”</b>
<i>Autor y Tutor</i>	<b>Autor:</b> Ana Irene Ramírez Antúnez <b>Tutores:</b> Dr. Alexis Palacios-Macedo Quenot, Héctor Santiago Diliz Nava
<i>Introducción</i>	La reesternotomía es una práctica quirúrgica común en cirugía cardíaca. La mayoría de los pacientes que se ha sometido a cirugía correctiva con fisiología biventricular, con frecuencia requieren una nueva operación, más comúnmente por problemas relacionados con válvulas y conductos debido a la falta de crecimiento y durabilidad limitada de los materiales, a lesiones intracardiacas residuales o recurrentes y/o arritmias que requieran de procedimientos terapéuticos quirúrgicos. En cardiopatías complejas con fisiología univentricular, las reoperaciones se anticipan como parte de un enfoque planeado por etapas. En el Instituto Nacional de Pediatría contamos con una población importante de niños con cardiopatías congénitas que ameriten una reesternotomía a futuro; por lo que describimos el uso de estrategias preventivas desde la primera reintervención, maniobras preoperatorias, perioperatorias y operatoria que permitan un mejor control de la morbilidad, así como su aplicación en los diferentes casos.
<i>Objetivo general y específicos</i>	<b>Objetivo general:</b> • Describir los resultados de la reesternotomía en dos centros de cirugía cardíaca pediátrica de la ciudad de México, que emplean el mismo protocolo estandarizado de seguridad durante el periodo 2019-2023. <b>Objetivos específicos:</b> • Reportar la proporción de pacientes con corrección cardíaca univentricular y biventricular del total de reesternotomías, así como los procedimientos quirúrgicos en cada grupo. • Detallar los datos demográficos de la población de estudio y describir la morbilidad y mortalidad.
<i>Tipo de estudio</i>	Diseño observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal.
<i>Criterios de selección</i>	<b>-Criterios de inclusión:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Expedientes de pacientes sometidos a Reesternotomía con los datos completos en relación con las variables estudiadas en el periodo 2019-2023.</li><li>• Edad entre 0 y 18 años valorados en el Instituto Nacional de Pediatría y en el Centro Pediátrico del Corazón del Centro Médico ABC de observatorio, operados por el mismo grupo en ambos centros</li></ul> <b>-Criterios de exclusión:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pacientes sometidos a reesternotomía media antes de los 30 días de la reesternotomía primaria.</li></ul>
<i>Análisis estadístico</i>	Se revisarán los expedientes clínicos y la base de datos reportada al IQIC de los pacientes con reesternotomía durante el periodo 2019-2023 para obtener los datos necesarios para este estudio; la captura de datos se llevará mediante una base de datos y se procederá a analizar los resultados con gráficos y tablas.
<i>Resultados</i>	Se realizaron 142 reesternotomías, representando el 12.5% de las cirugías realizadas. De los pacientes incluidos, el 58.9% fueron reoperados en el Instituto Nacional de Pediatría y el 41.1% en el Centro Médico ABC campus Observatorio. La mayoría de los pacientes se sometieron a una primera reesternotomía (76.7%), seguida por una segunda (21.7%) y solo el 1.6% a una tercera. La edad media en la primera reesternotomía fue de 60 meses, con un predominio del género femenino. El peso promedio fue de 17.8 kg. La mayoría de los pacientes presentaban fisiología univentricular 58%, de los diagnósticos reportados con mayor frecuencia fueron ventrículo único 29.5%, atresia pulmonar (11.6%) y Fallot (11.6%). Los procedimientos más comunes fueron Fontan (35.7%), Glenn (20.2%) y reparaciones biventriculares. Con una morbilidad global fue del 73.6% principalmente relacionada a derrame pleural y sepsis, con una tasa de mortalidad del 9.3% en la primera reesternotomía, del 1.6% en la segunda y del 0.8% en la tercera. No se reportaron casos de mortalidad relacionados con la apertura del esternón.
<i>Conclusión</i>	La reesternotomía es un procedimiento con mayor riesgo de complicaciones y mortalidad en casos de cardiopatías congénitas complejas, aunque no se relaciona directamente con la reentrada esternal, que requiere un enfoque cuidadoso y una preparación adecuada debido a la diversidad de variantes anatómicas, la presencia de defectos residuales y la asociación de otras comorbilidades. A pesar de que en la literatura se ha reportado una baja incidencia de complicaciones graves durante la reesternotomía, es importante implementar medidas preventivas y seguir protocolos estandarizados para mejorar los resultados postoperatorios. Un protocolo replicable en diferentes centros y por cirujanos en formación sería beneficioso para mejorar resultados y seguridad en la población. Se necesitan más estudios prospectivos en población pediátrica para identificar los factores de riesgo y optimizar la atención de estos pacientes.

## ÍNDICE

## PÁGINAS

1.	Marco teórico	1
1.1.	Definición de reesternotomía	1
1.2.	Epidemiología	1
1.3.	Indicaciones de reesternotomía	2
1.4.	Preparación desde la esternotomía media primaria	3
1.5.	Planeación quirúrgica con estudios de imagen	7
1.6.	Preparación en el perioperatorio	8
1.7.	Manejo durante la apertura esternal	11
1.8.	Complicaciones de reesternotomía	14
2.	Planteamiento del problema	17
3.	Pregunta de Investigación	18
4.	Justificación	19
5.	Objetivos	20
5.1	Objetivo general	20
5.2	Objetivo específico	20
6.	Material y métodos	21
6.1.	Diseño de estudio	21
6.2.	Universo de estudio	21
6.3.	Tamaño de la muestra	21
6.4.	Criterios de inclusión	21
6.5.	Criterios de exclusión	21
6.6.	Variables para investigar	21
6.7	Descripción del estudio	22
6.8.	Protocolo de reesternotomía	22
6.9.	Procesamiento y análisis estadístico	24
7.	Consideraciones éticas	25
8.	Resultados	27
8.1	Número de reesternotomía e intervalo de tiempo entre las reesternotomías	27

8.2 Edad y genero	28
8.3 Peso	29
8.4 Enfermedades cardiacas congénitas y tipo de fisiología.	30
8.5 Tipo de cirugía realizada en reesternotomía	32
8.6 Lesión mayor, menor y estructura lesionadas en el momento de la reesternotomía	33
8.7 Morbilidad postoperatoria en los pacientes que se someten a reesternotomía.	36
8.8 Mortalidad postoperatoria en los pacientes que se someten a reesternotomía.	36
9. Discusión	38
10. Conclusión	45
11. Bibliografía	46
12 Cronograma de actividades	50
13. Anexo 1. Definición operacional de las variables	51

## **1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Definición de Reesternotomía**

La Reesternotomía se define como una esternotomía media realizada 30 días o más después de una esternotomía media previa y que requiere una sierra para reabrir el esternón en toda su longitud. <sup>(1) (2)</sup>

La reesternotomía es una práctica quirúrgica común en cirugía cardíaca. De acuerdo con la base de datos de la Sociedad de Cirujanos Torácicos de Norteamérica más del 90% de los cirujanos prefieren el abordaje por esternotomía media para el primer paso de la paliación, lo que expone al paciente a una subsecuente reesternotomía. <sup>(3) (4)</sup>

Estudios de la Clínica Mayo señalan que la reoperación realizada en los 6-12 meses posteriores a la cirugía inicial conlleva un mayor riesgo de complicaciones por la difícil liberación de adherencias mediastínicas. Además, se considera que posterior a la tercera semana de la esternotomía primaria las adherencias están muy vascularizadas, con tendencia a sangrar, tras lo cual se organizan en estructuras sólidas y duras. <sup>(5)</sup>

### **1.2. Epidemiología**

Se estima que las reintervenciones representan entre el 15% y 20% en cirugía de cardiopatías congénitas. Actualmente el 95% de los pacientes con cardiopatías congénitas complejas sobreviven hasta la edad adulta.<sup>(6)</sup> Aunque la inmensa mayoría de las reintervenciones transcurren sin incidentes, siguen estando asociadas a una mayor morbilidad y mortalidad. <sup>(7)</sup>

Según datos del Registro Polaco de Cirugía Cardíaca, en los últimos años se han realizado en Polonia más de 500 reoperaciones anuales en niños, lo que supone aproximadamente el 20% de todas las cirugías cardíacas. Según la base de datos de

cirugía cardíaca congénita de la Sociedad Americana de Cirujanos Torácicos, el número de reoperaciones en un periodo de seguimiento de 5 años fue del 33%. <sup>(7)</sup>

Los datos institucionales de la clínica Mayo han documentado que el aumento de la mortalidad temprana después de la reoperación se asocia con un aumento en el número de reesternotomías. La mortalidad al alta en pacientes con 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más operaciones de circulación extracorpórea previas fue del 3,9%, 2,3%, 1,6%, 2,4%, 3,3%, 4,0% y 5,0%, respectivamente. No se sabe si este mayor riesgo está relacionado con los desafíos técnicos de la entrada y disección después de tantas esternotomías previas, o si es un marcador de cardiopatía compleja con cargas hemodinámicas residuales que puede afectar la función del miocardio y otros órganos. En la experiencia de Emory el riesgo de lesión en el reingreso aumentó con el mayor número de esternotomías previas, pero el riesgo de mortalidad no aumentó con la lesión en el reingreso. <sup>(3)</sup>

En México se reporta la morbilidad del 2.6% y mortalidad del 1.3 % en pacientes con fisiología univentricular en el 2016 en un solo centro, sin embargo, este número ha incrementado en relación con la mayor supervivencia de estos pacientes. <sup>(4)</sup> No se cuentan con datos con relación a reesternotomías en pacientes con fisiología biventricular.

### **1.3. Indicaciones de Reesternotomía**

La mayoría de los pacientes que se ha sometido a cirugía correctiva con fisiología biventricular, con frecuencia requieren una nueva operación, más comúnmente por problemas relacionados con válvulas y conductos debido a la falta de crecimiento y durabilidad limitada de los materiales, a lesiones intracardiacas residuales o recurrentes y/o arritmias que requieran de procedimientos terapéuticos quirúrgicos. En cardiopatías complejas con fisiología univentricular, las reoperaciones se anticipan como parte de un enfoque planeado por etapas. <sup>(3) (6) (8)</sup>

Entre los factores que influyen en el aumento de la frecuencia actual de reesternotomías, se encuentra la mejora en las técnicas de detección neonatal de las cardiopatías; la mejoría en la supervivencia de pacientes sometidos a cirugía cardíaca en la edad pediátrica, además de la duración limitada de las prótesis cardíacas. <sup>(9)</sup>

Las reintervenciones suelen ser complejas debido a la diversidad de la patología de base, las variantes anatómicas de las cardiopatías congénitas, la presencia de defectos residuales de operaciones previas y la naturaleza multiorgánica de muchos de los síndromes asociados a malformaciones cardíacas complejas. <sup>(2)</sup> Como ejemplo, el 15% de los pacientes con tetralogía de Fallot reparada requerirán reintervención por defectos residuales o insuficiencia tardía de la válvula pulmonar. <sup>(10)</sup> Además de la lesión cardíaca iatrogénica, presentan mayor predisposición de arritmias, pérdida de vasos periféricos para fines de canulación, disfunción de otros órganos (hepática, renal y pulmonar) y un aumento de las comorbilidades relacionado con la edad. <sup>(6) (10)</sup>

#### **1.4. Preparación desde la primera esternotomía media**

Las adherencias pericárdicas y mediastínicas aumentan las tasas de morbilidad y mortalidad después de las reoperaciones cardíacas. El desarrollo de una barrera segura, efectiva y conveniente para prevenir las adherencias cardíacas sigue siendo un gran desafío. <sup>(11)</sup>

Los problemas causados por la presencia de adherencias no solo se limitan a su efecto peligroso en la reesternotomía. Existe evidencia, también, de que las adherencias entre el corazón y la parte inferior del esternón causan disfunción ventricular por compromiso de la contracción del ventrículo derecho. <sup>(12)</sup>

El trauma quirúrgico y el uso de circulación extracorpórea tiene un efecto inhibitorio sobre la actividad fibrinolítica. Aunque el mesotelio pericárdico tiene actividad fibrinolítica que

puede disolver las adherencias fibrinosas, este mecanismo no siempre es suficiente para prevenir adherencias. Las bandas de adhesión pueden contener fibrocitos, fibras de colágeno y vasos sanguíneos. Se ha observado que las bandas de fibrina de los hematomas favorecen la formación de bandas de adhesión de colágeno. <sup>(5) (11)</sup>

En la esternotomía primaria, el cierre del pericardio completo o parcial ayudado con materiales implantables es discutible en la población pediátrica, si bien permite la formación de un plano entre el esternón y el corazón para evitar lesiones, también se ha asociado a la posibilidad de inestabilidad hemodinámica por el desarrollo de edema cardiaco posterior a una bomba de circulación extracorpórea prolongada. Por otro parte el uso de pericardio autólogo para la reparación en la cirugía cardiaca congénita no siempre es posible, debido a que este se utiliza en la reparación cardiaca.<sup>(5)</sup> Elahi et al. observo que la incidencia de lesiones durante la reesternotomía era significativamente menor en los pacientes cuyo saco pericárdico se había cerrado en la primera esternotomía que en los que se repararon con material Dacron y Goretex. <sup>(9) (13)</sup>

En la literatura se ha discutido la colocación de una membrana subesternal hecha de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE); su uso tiene algunas limitaciones, como la persistencia de una cápsula fibrosa que puede causar reacciones inflamatorias graves y predisponer a infecciones como mediastinitis, además de su alta posibilidad de adherirse a la superficie epicárdica y causar una fibrosis densa entre el parche y el epicardio. <sup>(11)</sup> Jacobs et al, publicó un estudio que involucró 105 reesternotomías con colocación de estas membranas, reportando un 1% de lesión durante la reentrada. <sup>(3)</sup> A diferencia de lo publicado por Kirshborn, que solo utilizan esta membrana subesternal en casos selectivos, reporta una mayor incidencia de lesión por reentrada al colocarla. <sup>(2)</sup> De igual manera, Delius reporta el uso de membranas de ePTFE de forma muy selectiva,

observando disminución de adherencias retroesternales, pero con una reacción inflamatoria grave y la formación de una cápsula fibrosa difusa que dificulta la disección quirúrgica del tejido adyacente. <sup>(7)</sup>

Pahwa describe el uso de barreras mediastínicas en casos donde la reesternotomía daría lugar a un alto riesgo de lesión, incluidos los conductos extra cardíacos y aorta ascendente anterior, su preferencia ha sido utilizar una membrana pericárdica de Gore-Tex (Gore Medical, Flagstaff, Arizona). <sup>(6)</sup>

Se han desarrollado una variedad de barreras anti adherencias biorreabsorbibles que incluyen colágeno, polietilenglicol y ácido poliláctico para reducir las adherencias pericárdicas posoperatorias con poco éxito a largo plazo, debido a sus rápidas tasas de degradación y su débil resistencia mecánica in vivo. Feng et al, evaluaron el uso de una membrana nanofibrosa electrohilada con gelatina híbrida y policaprolactona que demostró disminución en el crecimiento de fibroblastos cardíacos con reducción de las adherencias esternales y epicárdicas, con una reabsorción completa después de seis meses; este estudio tiene limitaciones porque solo se ha realizado en animales. <sup>(11)</sup>

Un estudio retrospectivo publicado en 2005 informó el uso de Seprafilm® una membrana a base de glicerol/hialuronato sódico/carboximetilcelulosa (CV Seprafilm; Genzyme, Cambridge, MA, EE. UU.) para la profilaxis de adherencias en cirugía cardíaca pediátrica con poca diferencia significativa con respecto a las puntuaciones de adhesión, pero si mostró un tiempo operatorio más corto desde la incisión de la piel hasta el inicio de la circulación extracorpórea.<sup>(11) (14)</sup> Sin embargo, el producto se ha retirado voluntariamente del mercado debido a la preocupación de que el componente de glicerol pueda favorecer la proliferación bacteriana. En contraste Kaneko en su estudio concluyó que el uso de

Seprafilm en cirugía cardíaca reducía las adherencias postoperatorias, facilitaba la reoperación y no favorecía las complicaciones. <sup>(14)</sup>

En 2009 se reportó el uso del sellador quirúrgico CoSeal® (Baxter, Deerfield, Illinois, EE. UU.) para la profilaxis de adherencias, pero con limitación de sus resultados por no contar con un grupo control y un registró de evento adverso grave (taponamiento cardiaco). <sup>(12)</sup>

Un ensayo multicéntrico aleatorizado de la membrana de REPEL-CV (SyntheMed Inc., Iselin, Nueva Jersey, EE. UU.) demostró que el uso de esta película era seguro y eficaz para reducir la gravedad de las adherencias postoperatorias en lactantes sometidos a reesternotomía, pero su uso fue discontinuado en el 2015. <sup>(12) (14)</sup>

Actualmente se disponen de una película polimérica de ácido poliláctico y polietilen-glicol, una membrana de ácido hialurónico y carboximetilcelulosa, y pericardio a base de colágeno (Cova Card; Biom'Up, Lyon, Francia) para reducir las adherencias tras la cirugía cardíaca; sin estudios que comparen la eficacia clínica de estos productos. <sup>(14)</sup>

Cesnjevar reporta el uso de micropartículas hidrófilas (4DryField®), que se transforman en gel para la profilaxis de las adherencias pericárdicas en cirugía cardíaca pediátrica. Su tolerabilidad y seguridad pueden considerarse libres de problemas, sin embargo, faltan más estudios prospectivos controlados para confirmar los resultados prometedores. <sup>(12)</sup>

Una barrera natural de la que no se habla mucho en la literatura es el timo. El timo es un órgano linfoide grande al nacer y después de la pubertad comienza a involucionar convirtiéndose en tejido graso. <sup>(15)</sup> Aunque la timectomía es un procedimiento de rutina en la esternotomía primaria, si el procedimiento lo permite, se puede preservar todo el timo (completo o dividiéndolo en lóbulos) colocándolo hacia la pleura que más se

acomode según el procedimiento a realizar. Tu en pacientes con fisiología univentricular realiza una timectomía subtotal si es factible, conservando el lóbulo izquierdo. <sup>(16)</sup>

Aplicar medidas preventivas como el uso de barreras en la reesternotomía primaria de forma estandarizada ayuda a disminuir la formación de adherencias entre el esternón y el epicardio reduciendo el tiempo, los costos quirúrgicos y el sangrado intraoperatorio y posoperatorio. <sup>(5) (6) (7) (11)</sup>

### **1.5. Planeación quirúrgica con estudios de imagen**

La reesternotomía comienza con la revisión de las notas quirúrgicas previas (posiciones anatómicamente atípicas de las estructuras torácicas, las técnicas quirúrgicas realizadas y los materiales implantables utilizados), el análisis de las imágenes preoperatorias, la identificación de estructuras en riesgo de lesión para la determinación de la ruta de entrada quirúrgica, el sitio de canulación y el inicio de circulación extracorpórea periférica antes de la incisión y la técnica de preservación del miocardio. <sup>(5) (6) (17)</sup>

La tomografía computarizada con contraste (TC) proporciona información sobre la distancia del esternón con la vena innominada, el ventrículo derecho, la aurícula derecha, arteria pulmonar, arterias coronarias, aorta ascendente y el curso anatómico y permeabilidad de los injertos. Kha y Valente sugieren que la tomografía proporciona información que contribuye a la seguridad de reesternotomía, reduciendo la mortalidad operatoria y los resultados adversos durante la reentrada y disección. <sup>(5) (6) (7)</sup>

Adibi realizo un sistema de clasificación para evaluar la relación anatómica de las estructuras cardiacas con la parte posterior del esternón y el riesgo asociado de hemorragia: puntuación 1 (alto riesgo): distancia <1 mm a la parte posterior del esternón; puntuación 2 (riesgo moderado): distancia de 1–3 mm y puntuación 3 (bajo riesgo): distancia >3 mm. <sup>(17)</sup>

Las ventajas de la TC incluyen tiempos de adquisición rápidos que reducen la necesidad de anestesia general en niños, mejor resolución espacial y menos criterios de exclusión (marcapasos). La ventaja más relevante de la Resonancia magnética sobre la TC es probablemente la ausencia de exposición a radiación ionizante. (17) Se prefiere la angiotomografía computarizada para la planificación quirúrgica y la resonancia magnética para la vigilancia a largo plazo. Las imágenes de reconstrucción tridimensional pueden delinear mejor las relaciones entre el esternón, las costillas y los injertos de derivación para ayudar a minimizar el riesgo de lesión en el injerto durante la reentrada quirúrgica y para obtener una preservación miocárdica satisfactoria, particularmente en pacientes con anatomía intracardíaca compleja. (6) (18)

Kirshbom y el grupo del Texas Children's Hospital solo realizan estudios radiológicos en casos seleccionados para evaluar el riesgo de la reesternotomía. (2)

Se recomienda realizar una evaluación de la vasculatura periférica (vasos yugulares, femorales e ilíacos) por ultrasonido o angiotomografía computarizada en caso de requerir canulación periférica. (2) (5) (7)

## **1.6. Preparación en el perioperatorio**

El paciente se coloca decúbito dorsal con la cabeza hacia la izquierda con una toalla detrás de los hombros para proporcionar una extensión cervical suave. Los parches de desfibrilación externa se colocan antes de posicionar al paciente para prevención de contracciones ventriculares prematuras o fibrilación ventricular desencadenadas con el electrocauterio. (10) Se colocan 2 vías periféricas de gran tamaño para asegurar una rápida transfusión de líquidos. Las vías centrales se colocan en el lado izquierdo, dejando los vasos cervicales derechos disponibles para la canulación. Se realiza desinfección de

tórax, abdomen e ingle bilateral y se marcan los pulsos femorales. La sangre está fácilmente disponible en banco de sangre. <sup>(7) (19)</sup>

El uso de monitorización perioperatoria de la saturación de oxígeno cerebral bifrontal mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) ha demostrado ser una herramienta eficaz para garantizar una intensidad de flujo sanguíneo casi simétrica en ambos hemisferios. <sup>(20)</sup> Las variaciones en los valores pueden reflejar cambios en el gasto cardíaco, la oxigenación, la autorregulación cerebral, las tasas de flujo y/o la perfusión cerebral en esta población. El accidente cerebrovascular es una complicación devastadora entre los pacientes que se someten a una reesternotomía. <sup>(21)</sup> Las discapacidades del neurodesarrollo son comunes para los sobrevivientes de cirugía por cardiopatía congénita y, aunque su etiología es multifactorial, pueden mitigarse, al menos parcialmente, con una mejor monitorización perioperatoria y la optimización del balance de oxígeno cerebral. <sup>(22)</sup> Un estudio de 2015 encontró que las desaturaciones prolongadas, definidas como >150 minutos por debajo del 20 % de la línea de base, son un predictor de deterioro cognitivo. Este estudio tuvo como objetivo mantener la saturación de oxígeno por arriba del 80% del valor basal o mayor del 50% del valor absoluto utilizando intervenciones estandarizadas como eliminar la obstrucción mecánica al flujo cerebral (reposicionar la cabeza o las cánulas de derivación), aumentar el aporte de oxígeno cerebral (aumento de la FiO<sub>2</sub>, la pCO<sub>2</sub>, la presión arterial media, el gasto cardíaco, el flujo de la bomba y el hematocrito) o reducir el consumo de oxígeno cerebral (mejorar la sedación y reducción de la temperatura). <sup>(23)</sup>

Recientemente la Asociación Estadounidense de Cirugía Torácica agregó estrategias seguras de anestesia para una mejor recuperación postquirúrgica como reducir el uso de opioides e implementar técnicas de bloqueos nerviosos periféricos que favorecen una

extubación temprana y disminuyen la estancia en la terapia intensiva cardiovascular y en el hospital. <sup>(24)</sup>

La monitorización en el transquirúrgico con un ecocardiograma transesofágico (ETE) para evaluar si hay un cortocircuito intracardiaco, la función valvular y ventricular es esencial debido al riesgo de embolia gaseosa potencial si se produce una lesión cardíaca inadvertida durante la disección mediastínica antes del pinzamiento aórtico. <sup>(6)</sup>

El uso del ultrasonido en el perioperatorio para la colocación de accesos venosos y arteriales ofrece una intervención rápida y segura en la población pediátrica que se someten a esternotomías. Schiefer informo una tasa de éxito en la colocación de catéter venoso central guiado por ultrasonido del 90% sin complicaciones graves. <sup>(25)</sup>

La decisión de canular los vasos periféricos e iniciar circulación extracorpórea (CEC) antes de la división del esternón se individualiza en función de la anticipación de la lesión cardíaca, por el riesgo de complicaciones como infección, hematoma, lesión nerviosa, pseudoaneurisma, linfocele o isquemia. <sup>(5) (6) (26)</sup> La canulación femoral presenta varias desventajas en pacientes pediátricos como el tamaño inadecuado para la canulación, incidencia de trombosis venosa en pacientes con cateterizaciones cardiacas previas y estancias prolongadas en la terapia cardiovascular. <sup>(7)</sup> La insuficiencia arterial secundaria a un flujo inadecuado distal a la cánula arterial y el síndrome compartimental también puede ocurrir si el drenaje venoso es inadecuado; en estos casos se recomienda colocar la cánula venosa en la pierna contralateral a la cánula arterial, especialmente si el recorrido de la tubería de circulación extracorpórea es largo. Si la cánula venosa debe colocarse en la misma pierna que la cánula arterial, se sugiere usar una cánula venosa más pequeña complementada con una cánula en la yugular interna para lograr un drenaje adecuado. Convertir la canulación periférica a canulación central una vez que se

completa la reentrada. <sup>(27)</sup> Los hematomas y la hemorragia retroperitoneal también son complicaciones de la canulación periférica; por este motivo, todos los catéteres se pasan guiados por ecocardiografía transesofágica.<sup>(6)</sup> Merin reporta hasta un 11% de complicaciones: traumatismo de la arteria femoral que amerita interposición venosa, laparotomía, tratamiento de las infecciones de la herida y hematoma inguinal. Kuralay también registró un riesgo de 5% de infección de la herida. <sup>(9)</sup> <sup>(5)</sup> Mustafa et al, han demostrado que la canulación de la arteria carótida derecha y la vena yugular izquierda son un sitio de canulación seguro y adecuado tanto en niños como en adultos en casos selectivos cuando otro acceso vascular es limitado. <sup>(20)</sup>

Follis reporta en los casos de alto riesgo el 73% de los encuestados de la asociación de cirujanos torácicos eran partidarios de exponer los vasos femorales y el 39% utilizan circulación extracorpórea periférica. <sup>(9)</sup> <sup>(28)</sup>

Otro factor de riesgo es la cianosis debido a la vascularización pulmonar y mediastínica colateral adicional, trastornos hemorrágicos y deterioro de la función miocárdica. En este grupo de pacientes la disección extensa de adherencia aumenta las complicaciones hemorrágicas.<sup>(2)</sup> El uso de dispositivos ahorradores de células son otras técnicas adicionales útiles. <sup>(5)</sup> <sup>(29)</sup>

### **1.7. Manejo durante la apertura esternal**

En la década de 1990, Eddy promovió la disección de adherencias bajo visión directa. Robicsek utilizó un bisturí de Lebsche y un osteótomo para la reesternotomía. Garrett y Matthews implementaron el uso de la sierra oscilante en la tabla esternal anterior con los alambres colocados como un método seguro y rápido. Actualmente se siguen ampliando el arsenal de abordajes, introduciendo maniobras e instrumentación innovadoras mínimamente invasivas, como el sistema endoscópico robotizado. Sin embargo, hasta la

fecha, las prácticas quirúrgicas actuales no han conseguido un paradigma universal para mitigar estos riesgos. <sup>(9)</sup>

La incisión se realiza inferiormente entre 1 y 3 cm por debajo de la incisión anterior y puede o no retirarse la cicatriz previa. Los tejidos subcutáneos se dividen hasta el esternón y la línea alba se abre cuidadosamente. Delis prefiere retirar los alambres y Jaworsk prefiere dividir los alambres dejando sólo la parte subesternal para ayudar a proteger las estructuras más profundas de la sierra. La disección se inicia en la superficie diafragmática del corazón, donde hay una pequeña área libre de adherencias. La tabla externa del esternón se divide con una sierra oscilante, seguido de la división de la placa posterior del esternón con electrocauterio y finalmente con la disección de tejidos blandos. Una vez que se han dividido aproximadamente dos tercios de la profundidad del esternón, el ayudante realiza una retracción suave hacia arriba con retractores o pinzas de Kocher para permitir al cirujano terminar de abrir el esternón bajo visión directa. Se realiza hemostasia de cada mitad esternal con cera ósea. Se coloca un retractor esternal y se abre lentamente. Si hay adherencias en el espacio pleural izquierdo, se evitan para minimizar el sangrado en el pulmón o la pared torácica. Las adherencias fibrosas a nivel del manubrio se dividen con electrocauterio para quitar la tensión de la vena innominada. Se prefiere la disección con tijeras cuando se disecan estructuras de paredes finas o el electrocauterio con un voltaje bajo con atención a las posibles arritmias. La disección se realiza sólo en la parte del corazón necesaria para la operación y que permita una canulación segura. Realizar una disección cuidadosa de la aurícula derecha, el pericardio adyacente a la vena cava superior, las venas pulmonares del lado derecho y la vena cava inferior evita la lesión del nervio frénico. La disección excesiva de la aorta ascendente de su adventicia da como resultado áreas debilitadas que pueden ser difíciles de reparar si

se produce una lesión. Luego se realiza la disección del tracto de salida del ventrículo derecho según sea necesario. Una vez que la aorta ascendente y la aurícula derecha están libres de adherencias, la CEC se puede instituir fácilmente en caso de que ocurra un evento adverso intraoperatorio. La disección del corazón izquierdo generalmente se realiza en CEC. <sup>(5) (7)</sup> Una vez completada la disección se realizan las técnicas de canulación aórtica y bicaval estándar. <sup>(10) (19)</sup>

Se han desarrollado estrategias técnicas novedosas como el uso de la retracción esternal anterior con el retractor Rultract (Cleveland, OH) para minimizar el riesgo de reesternotomía. <sup>(3)</sup> Athanasiou et al, observaron que la disección retroesternal video asistida con el retractor de Mayfield reducía la incidencia de lesiones cardíacas y la necesidad de circulación extracorpórea en comparación con la sierra oscilante. La disección de adherencias pericárdicas mediante el bisturí armónico se asoció a menos lesiones cardíacas, arritmias y complicaciones menores. <sup>(9)</sup>

Aunque la CEC puede facilitar una reesternotomía segura al descomprimir las cavidades cardíacas, es importante tener en cuenta que los tiempos más largos de CEC dan como resultado una mayor morbilidad y mortalidad, por lo tanto, la decisión de instituir la CEC temprano debe individualizarse y equilibrarse con la desventaja potencial de un tiempo de CEC prolongado. La operación debe organizarse de manera que se logre un tiempo de CEC que no se prolongue innecesariamente. <sup>(27)</sup>

En general, se menciona el uso de circulación extracorpórea en normotermia cuando no hay cortocircuitos intracardiacos. En pacientes con cortocircuito intracardiaca, generalmente se mantiene en hipotermia leve (32 °C a 34 °C) con mantenimiento de una presión venosa central positiva (7 a 10 mm Hg). En situaciones donde la preocupación por la embolia gaseosa es alta, puede ser necesaria una hipotermia profunda. <sup>(6)</sup>

## 1.8. Complicaciones de Reesternotomía

Las lesiones cardíacas o de grandes vasos/conductos pueden ocurrir durante la división del esternón, la retracción del esternón o la disección mediastínica previa a la CEC. <sup>(6)</sup>,

<sup>(30)</sup> Se consideran sitios con mayor riesgo de lesión en la reesternotomía: la presencia de un conducto entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar, un ventrículo derecho dilatado por insuficiencia pulmonar y/o tricúspideas, una aurícula derecha dilatada como en la anomalía de Ebstein. La posición anterior de la aorta, la vena innominada y el nervio frénico también son sitios frecuentes de lesión. <sup>(7)</sup> <sup>(17)</sup> Otros factores de riesgo incluyen un intervalo de <1 año desde la esternotomía anterior y endocarditis infecciosa. <sup>(6)</sup> <sup>(30)</sup>

La lesión por reesternotomía se define como una lesión de las estructuras cardíacas o vasculares durante la esternotomía o durante la disección antes de la canulación para CEC. Morales define una lesión mayor si amerita una canulación periférica no electiva para el inicio de CEC, transfusión de sangre, el uso de fármacos inotrópicos para el manejo de la lesión, o morbilidad posoperatoria atribuible a la lesión. Las lesiones menores se controlaron sin canulación periférica, transfusión ni agentes inotrópicos y no produjeron morbilidad evidente. <sup>(9)</sup>

Los primeros estudios sobre la reesternotomía han documentado una incidencia del 1-8% de hemorragias catastróficas con alta mortalidad en más de un tercio de los casos.

<sup>(1)</sup>, <sup>(4)</sup> <sup>(31)</sup> <sup>(32)</sup> <sup>(28)</sup> Sin embargo, estudios recientes de Morales <sup>(1)</sup> <sup>(9)</sup> en 2008 y Kirshbom <sup>(2)</sup> en 2009 sugieren que el riesgo de lesión por reentrada es inferior al 1% y no es diferente de la esternotomía primaria sin mortalidad asociada. Jacobs <sup>(3)</sup> al analizar la experiencia global reportada en la base de datos de la Society of Thoracic Surgeons (STS) concluye que en pacientes con 5 o más reesternotomías el riesgo de complicaciones quirúrgicas se incrementa ( $p < 0,001$ ). Tulio reporta una tasa general de lesiones baja (1,3 %) y la

tasa de déficit neurológico permanente no alcanzó el 1%. La tasa de mortalidad operatoria fue inferior al 2%.<sup>(18)</sup>

La asignación de la mortalidad posoperatoria a la lesión por reentrada es difícil, ya que muchos de estos pacientes presentan condiciones que pueden tener un impacto negativo en la función ventricular, como la insuficiencia cardíaca, la cianosis, cantidad de operaciones previas y la duración del pinzamiento aórtico identificados como factores de riesgo para muerte temprana. La morbilidad posoperatoria fue relativamente alta y se produjeron complicaciones graves en el 24% de todos los pacientes como insuficiencia renal y respiratoria que pueden deberse a cirugías y tiempos de circulación extracorpórea relativamente largos.<sup>(2)</sup>

Kuralay, el único estudio prospectivo, menciona una incidencia de hemorragia catastrófica del 3% con el resultado de dos muertes (1%). En 12 estudios retrospectivos la incidencia osciló en el 0,3 y el 6,4% (según la proporción de casos de hemorragia catastrófica en relación con las reesternotomías). Aproximadamente entre el 0,16 y el 1,5% se reporta de mortalidad ante una hemorragia catastrófica. Por el contrario, 1116 encuestados de la STS en el estudio de Follis informaron de 2046 lesiones cardíacas catastróficas y un 19% de muertes relacionadas.<sup>(9)</sup>

Roselli menciona a 145 eventos adversos intraoperatorios de los cuales 23% se producen durante la reentrada esternal, 39% durante la disección previa a la CEC y 23% durante la circulación extracorpórea. Hasta en el 83% de los casos de hemorragia catastrófica ameritó la colocación urgente en circulación extracorpórea; 15% recibieron transfusiones urgentes. En cuatro pacientes con corazón univentricular se sospechó embolia aérea tras la laceración de la aurícula derecha. En 12 estudios, la incidencia de hemorragias que precisaron reintervención osciló entre el 1,3 y el 6%.<sup>(9)</sup>

En conjunto, estos datos sugieren que la hemorragia catastrófica puede estar subestimada en la literatura. La planificación precisa de la reesternotomía y el uso de técnicas operatorias adecuadas pueden aumentar la seguridad de la intervención. Si el procedimiento se vuelve más reproducible el riesgo de lesión por reentrada durante la reesternotomía por cardiopatía congénita es bajo y no se asocia con un mayor riesgo de mortalidad operatoria como se mencionan en informes previos. (2) (5) (18)

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las reesternotomías en niños con cardiopatías congénitas son más complejas y con mayor riesgo en comparación con la cirugía primaria. Las variaciones anatómicas pueden dificultar el acceso a las estructuras cardíacas y aumentar el riesgo de lesiones durante la reesternotomía. Además, el grado de cianosis puede indicar una mayor fragilidad de los tejidos y una mayor propensión a las complicaciones durante el procedimiento.

El uso de medicamentos antiagregantes, como la aspirina, es común en niños con cardiopatías congénitas que han sido sometidos previamente a cirugías cardíacas lo que puede aumentar el riesgo de sangrado durante una reesternotomía.

Algunos ejemplos de casos que requerirían una reesternotomía incluyen niños con ventrículo único que necesitan procedimientos paliativos por etapas. También se encuentran pacientes con conductos extracardíacos y/o lesiones valvulares que necesitan una reparación o reemplazo posterior.

Las reesternotomías en niños con cardiopatías congénitas son cada vez más frecuentes debido a la mayor supervivencia de estos pacientes. Sin embargo, la falta de información y registro adecuado sobre las reesternotomías en México dificulta el análisis de la frecuencia y los resultados de estos procedimientos. Asimismo, es importante contar con protocolos adecuados que utilicen los avances en tecnología y técnicas quirúrgicas que ayuden a minimizar los riesgos asociados con la reesternotomía a niveles comparables con la cirugía primaria.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el resultado de la reesternotomía en dos centros de cirugía cardíaca pediátrica de la ciudad de México, que emplean el mismo protocolo estandarizado de seguridad?

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Con la mejora de la evolución en las técnicas quirúrgicas y los avances en la medicina actual la tasa de supervivencia en los pacientes con cirugía cardiaca en pediatría está en aumento. La mayoría de las malformaciones en cardiopatías congénitas ameritará una reoperación en el futuro. En estos casos, se deben considerar ciertas medidas preventivas para minimizar el riesgo durante la futura reesternotomía y reducir el tiempo quirúrgico, sobre todo en pacientes con variantes anatómicas que implican un mayor riesgo de lesión.

En México cada vez son más frecuentes las cirugías complejas con reintervenciones programadas como en los pacientes con fisiología univentricular o reintervenciones esperadas como en el caso de los pacientes con tetralogía de Fallot. En la literatura solo se han reportado la morbilidad y mortalidad en la reesternotomía en pacientes con fisiología univentricular sin contar con otros estudios que reporten su experiencia en pacientes con reesternotomía. No se conocen datos estadísticos de estos procedimientos en nuestro país ni estrategias realizadas en la planeación quirúrgica de la reesternotomía en niños.

En el Instituto Nacional de Pediatría contamos con una población importante de niños con cardiopatías congénitas que ameriten una reesternotomía a futuro; por lo que describimos el uso de estrategias preventivas desde la primera reintervención, maniobras preoperatorias, perioperatorias y operatoria que permitan un mejor control de la morbimortalidad, así como su aplicación en los diferentes casos.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Describir los resultados de la reesternotomía en dos centros de cirugía cardiaca pediátrica de la ciudad de México, que emplean el mismo protocolo estandarizado de seguridad durante el periodo 2019-2023.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Reportar la proporción de pacientes con corrección cardiaca univentricular y biventricular del total de reesternotomías, así como los procedimientos quirúrgicos en cada grupo.
- Detallar los datos demográficos de la población de estudio.
- Describir la morbilidad y mortalidad en los niños sometidos a reesternotomía.

## **6. MATERIAL Y METODOS:**

**6.1 Diseño de estudio:** El presente estudio tiene un diseño observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal.

### **6.2 Universo de estudio:**

**6.2.1.** La población objetivo de estudio serán los pacientes operados de reesternotomía, del rango de edad entre 0 a 18 años

**6.2.2** La población elegible: Atendidos en el Instituto Nacional de Pediatría y en el centro médico ABC durante el periodo 2019-2023.

**6.3 Tamaño de la muestra:** En el archivo del servicio se encuentran aproximadamente 200 pacientes operados de reesternotomía. Se incluirán todos los pacientes de la población elegible y que cumplan los criterios de selección, por lo tanto, no se utilizara muestreo.

### **6.4 Criterios de inclusión:**

- Expedientes de pacientes sometidos a Reesternotomía con los datos completos en relación con las variables estudiadas en el periodo 2019-2023.
- Edad entre 0 y 18 años valorados en el Instituto Nacional de Pediatría y en el Centro Pediátrico del Corazón del Centro Médico ABC de observatorio
- De cualquier genero
- Operados por el mismo grupo en ambos centros

### **6.5. Criterios de exclusión:**

- Pacientes sometidos a reesternotomía media antes de los 30 días de la reesternotomía primaria.

**6.6 Variables a Investigar: Ver Anexo I. Cuadro con definición operacional de las variables.**

### **6.7 Descripción del estudio:**

Se solicitará autorización al jefe de servicio de cirugía cardiovascular para obtener los registros de los pacientes con cardiopatías sometidos a reesternotomía en la base de datos del IQIC y se revisaran los expedientes clínicos de todos los pacientes sometidos a reesternotomía en el periodo 2019-2023 y se guardaran en la base de datos realizada para este estudio. A continuación, se describe el protocolo para una reesternotomía segura que usamos en ambos hospitales.

### **6.8 PROTOCOLO DE REESTERNOTOMÍA:**

1. El primer paso se realiza en la cirugía inicial mediante, de ser posible, la preservación del timo, y la disección limitada de las estructuras necesarias para establecer la circulación extracorpórea y realizar el procedimiento quirúrgico.
2. Antes de la segunda intervención se revisa la nota quirúrgica de la primera cirugía con especial atención a los registros de la anatomía segmentaria, y se lleva a cabo la revisión cuidadosa del ecocardiograma preoperatorio con el equipo de cardiología.
3. Se utiliza angiotomografía contrastada para identificar las estructuras cardiacas y vasculares anteriores y su relación con el esternón.
4. En el quirófano, además del catéter central y la vía arterial habituales colocadas mediante ultrasonido, se colocan dos vías venosas periféricas de gran calibre.
5. Se marca el sitio del pulso femoral previo a la colocación de campos estériles con el fin de tener la posibilidad de un acceso rápido a canulación femoral de ser esta necesaria.
6. Se colocan parches de desfibrilación externos en la espalda del paciente por el riesgo de inducir arritmias graves con el uso del electrocauterio.

7. Se tiene un paquete de concentrado eritrocitario en el quirófano para su uso inmediato de ser necesario.
8. Se coloca sonda de ecocardiografía transesofágica previendo el estudio postoperatorio de rutina, y también con el fin de detectar la posible presencia de aire en cavidades cardíacas al momento de su disección.
9. Se monitoriza con NIRS cerebral durante el procedimiento quirúrgico. Además de su utilidad como monitoreo de perfusión, permite detectar de forma temprana embolia aérea masiva.
10. Se emplea PEEP con 8 -10 mmHg con el fin de tratar de interponer el pulmón entre el esternón y las estructuras cardíacas al momento de hacer la reesternotomía. Una vez que el esternón está completamente dividido, la PEEP se reduce a valores normales.
11. Siempre se usa para la apertura esternal la sierra oscilante y retractores Senn-Miller para tracción anterior del esternón.
12. La disección a ambos lados del esternón y el resto de las estructuras del corazón se realiza alternando el empleo de cauterio y tijeras. Estas últimas se emplean principalmente cerca de estructuras de riesgo como aurícula derecha y nervio frénico.
13. Disección lo más limitado posible de estructuras cardíacas. Cuando se considera que la disección es compleja, se realiza, lo antes posible, canulación y se inicia circulación extracorpórea para completar la disección.
14. Cuando se considera que, al concluir el procedimiento, el cierre de pericardio no inestabiliza al paciente, se procede a realizarlo previendo nuevas reesternotomías futuras. No se emplean materiales sintéticos entre el esternón y las estructuras cardíacas, como barrera de protección.

15. Debido al riesgo aumentado de sangrado postoperatorio después de una reoperación, durante todo el procedimiento se pone especial énfasis en una hemostasia cuidadosa.

### **6.9 Procesamiento y análisis estadístico:**

Se revisarán los expedientes clínicos y la base de datos reportada al IQIC de los pacientes con reesternotomía durante el periodo 2019-2023 para obtener los datos necesarios para este estudio. Se guardarán en la base de datos realizada para este estudio. La información obtenida se capturará en una base de datos en Microsoft Excel versión 2010 y el análisis de datos estadísticos y epidemiológicos se realizará en PASW Statistics versión 19.

Se realizará un análisis estadístico descriptivo a los datos sociodemográficos. Las medidas descriptivas usadas serán medidas de frecuencia en razones y proporciones para las variables cualitativas, y medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y dispersión (desviación típica y varianza) de acuerdo con la distribución de variables cuantitativas. Se realizarán pruebas de normalidad.

## **7. CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

El presente protocolo fue diseñado observando los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos establecido en las normas de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, junio 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, octubre 1975, la 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre 1983, 41ª Asamblea Médica Mundial Hong Kong, Septiembre 1989, 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, octubre 1996 y la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, octubre 2000.

También durante la realización del presente protocolo se observaron de manera cuidadosa las directivas de las Buenas Prácticas Clínicas de la Conferencia Internacional de Armonización y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que confiere al Ejecutivo Federal la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en el Capítulo III, Artículo 34 donde se marcan las disposiciones generales de ética que deben cumplirse en toda investigación en seres humanos menores de edad.

1. De acuerdo con la declaración de Helsinki, la investigación biomédica en este protocolo se realizará bajo los principios aceptados universalmente y está basada en un conocimiento minucioso de la literatura científica.
2. De acuerdo con la declaración de Helsinki, la investigación biomédica realizada en este protocolo se presentará a consideración, comentario y guía del comité de investigación.

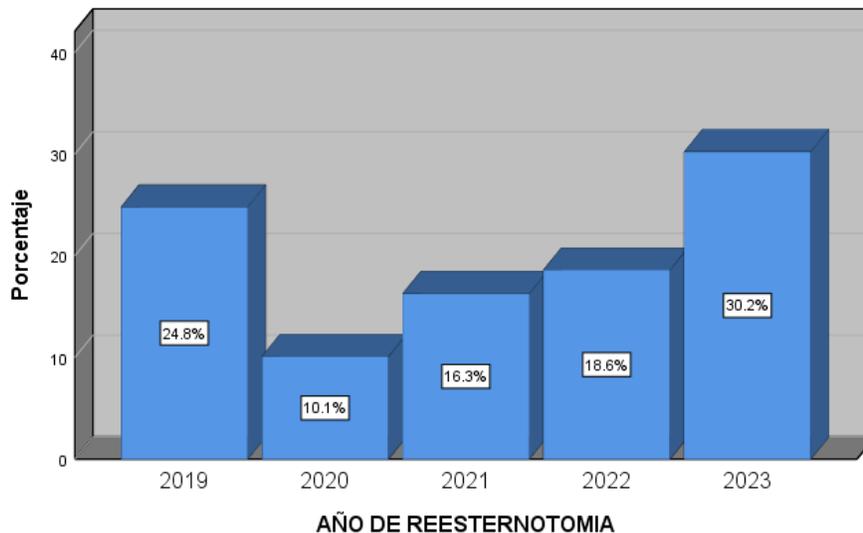
3. De acuerdo con las directivas de las Buenas Prácticas Clínicas, para la realización de este protocolo los posibles riesgos e inconvenientes se han sopesado con los beneficios que se anticipa obtener para los sujetos del estudio y para la sociedad en general.
4. De acuerdo con las directivas de las Buenas Prácticas Clínicas, para la realización de este protocolo la seguridad y el bienestar de los sujetos del estudio son lo más importante y prevalecerán sobre los intereses de la ciencia y la sociedad.
5. Al publicar los resultados del protocolo, se preservará la exactitud de los datos y de los resultados obtenidos.
6. La información disponible antes del estudio sobre un producto de esta investigación está justificada para apoyar la propuesta de realizar el estudio.
7. Los conocimientos están fundamentados en bases científicas razonables.
8. Se iniciará hasta que se haya obtenido la aprobación por los comités de investigación y de ética.

Se solicitarán los expedientes médicos con el archivo de expediente clínico de acuerdo con las normas indicadas en el Instituto Nacional de Pediatría y el Centro médico ABC sin vincularlos con la base de datos, los datos que se obtengan serán confidenciales. Se resguardarán los datos personales y sensibles de los pacientes y sus familiares haciendo uso exclusivo de los datos de interés para el protocolo y limitando el uso de estos al tutor y al alumno.

## 8. RESULTADOS

Durante el periodo de 2019 a 2023, se realizaron 142 reesternotomías, que representó el 12.5% del total de las cirugías realizadas en ese periodo de tiempo. Trece fueron excluidas del análisis por haber sido realizadas antes de los 30 días del procedimiento inicial. Del total de pacientes incluidos, 76 (58.9%) fueron reoperados en el Instituto Nacional de Pediatría y 53 (41.1%) en el Centro Médico ABC campus Observatorio. La gráfica 1 muestra la distribución del porcentaje de reesternotomías por año.

GRAFICA 1. PROPORCION DE PACIENTES ANUAL EN RELACION A LA ULTIMA REESTERNOTOMIA



### 8.1. NUMERO DE REESTERNOTOMIA E INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS REESTERNOTOMIAS

De los 129 pacientes en quienes se realizó una esternotomía inicial, el 76,7% (n=99) se sometió a una primera reesternotomía, el 21,7% (n=28) a una segunda, y solo el 1,6% (n=2) a una tercera reesternotomía. (cuadro 1). El intervalo de tiempo entre la esternotomía inicial y las reesternotomías subsecuentes fue entre 1 y 6 años en el 55% de los casos (cuadro 2).

**CUADRO 1. FRECUENCIA DE PACIENTES EN RELACION AL NUMERO DE REESTERNOTOMIA**

		Número	Porcentaje
Reesternotomía	1	99	76.7
	2	28	21.7
	3	2	1.6
	Total	129	100.0

**CUADRO 2. INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS REESTERNOTOMIAS**

				NUMERO DE REESTERNOTOMIA					
				1		2		3	
				N	%	N	%	N	%
INTERVALO ENTRE LA PRIMERA REESTERNOTOMIA INICIAL Y LA PRIMERA REESTERNOTOMIA	ENTRE LA	Y LA	1 MES - 2 MESES	4 (3.1)					
			2 MESES - 6 MESES	4 (3.1)					
			6 MESES - 1 AÑO	18 (13.9)					
			1 AÑO - 6 AÑOS	53 (41)					
			> 6 AÑOS	20 (15.5)					
INTERVALO ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA REESTERNOTOMIA			1 AÑO - 6 AÑOS	16 (12.4)					
			> 6 AÑOS	12 (9.3)					
INTERVALO ENTRE LA SEGUNDA Y TERCERA REESTERNOTOMIA			1 AÑO - 6 AÑOS	2 (1.5)					

## 8.2. EDAD Y GENERO

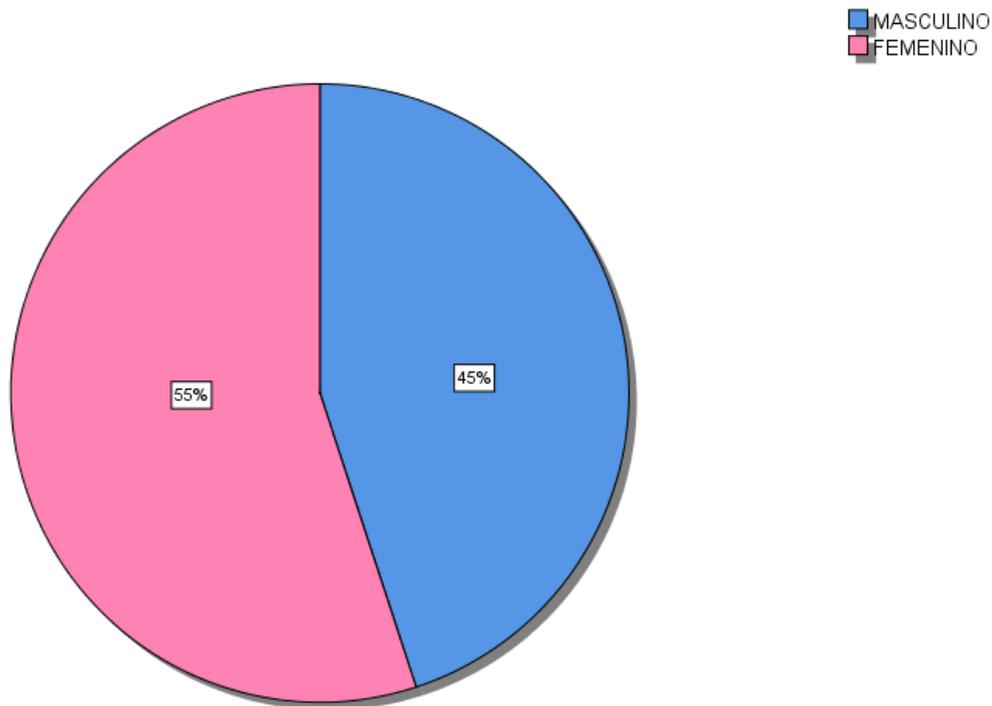
Del análisis de los 129 expedientes, se pudo determinar que la edad media en meses de los pacientes sometidos a la primera reesternotomía es de 60, representando un 76.7% del total. En cuanto a la segunda reesternotomía, la edad media es de 87 meses, y en la tercera reesternotomía es de 58 meses, como se detalla en el cuadro 3. Los pacientes

presentaban un rango de edad que iba desde 1 mes de vida hasta 215 meses. Se observó que el género femenino predominaba, representando un 55% (71 pacientes) en comparación con el 45% masculino (58 pacientes), según se muestra en la gráfica 2.

**CUADRO 3. EDAD EN MESES AL MOMENTO DE LA REESTERNOTOMIA.**

	PRIMERA			SEGUNDA			TERCERA		
	Media	%	Rango	Media	%	Rango	Media	%	Rango
EDAD	60	76.7%	1 - 215	87	21.7%	37 - 179	58	1.6%	48 - 67
MESES									

**GRAFICA 2. PORCENTAJE DE PACIENTES POR GENERO SOMETIDOS A REESTERNOTOMIA.**



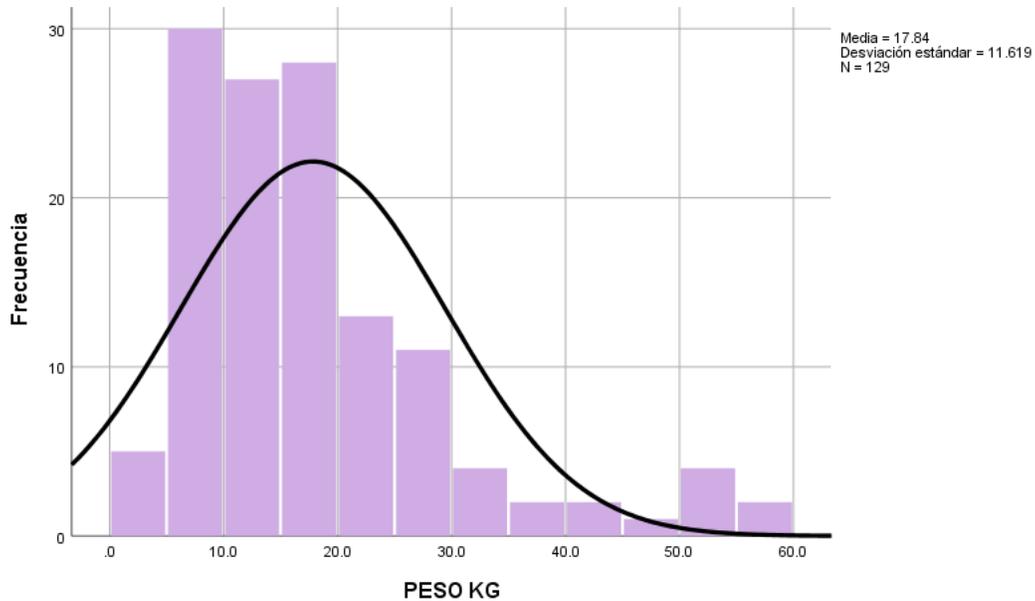
### 8.3 PESO

Dentro de los datos que obtuvimos se reportó una media de peso de 17.8 kg, con una mediana de 25.5 kg y una moda de 14 kg, encontrando un rango de peso de 2.4 kg a 58 kg. (cuadro 4 y gráfica 3).

**CUADRO 4. RANGO DE PESO EN KILOGRAMOS AL MOMENTO DE LAS REESTERNOTOMIAS**

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Moda
PESO KG	129	55.6	2.4	58.0	17.840	15.5	14

**GRAFICA 3. FRECUENCIA DE PESO EN KILOGRAMOS EN PACIENTES CON REESTERNOTOMIAS**



#### **8.4 ENFERMEDADES CARDIACAS CONGENITAS Y TIPO DE FISIOLÓGIA.**

En este estudio se encontró que el 58.1% (75) de los pacientes presentaban fisiología univentricular, el 39.5% mostraba fisiología biventricular y el 2.3% presentaba fisiología uno y medio. (Cuadro 5) El diagnóstico de cardiopatía congénita primaria, según su complejidad y utilizando la Clasificación de Bethesda, se agrupó en: complejidad menor (n = 1, 0.8%), complejidad moderada (n = 43, 33.4%) y complejidad mayor (n = 85, 65.9%). Los grupos de enfermedades de cada categoría de acuerdo con la complejidad de la cardiopatía se describen en el cuadro 6. La gráfica 4 muestra la distribución del grupo de mayor complejidad, que constituye el 65.9% de la población de los pacientes con reesternotomía.

**CUADRO 5. FISILOGIA DE LOS PACIENTES DE ACUERDO CON LA ENFERMEDAD DE BASE**

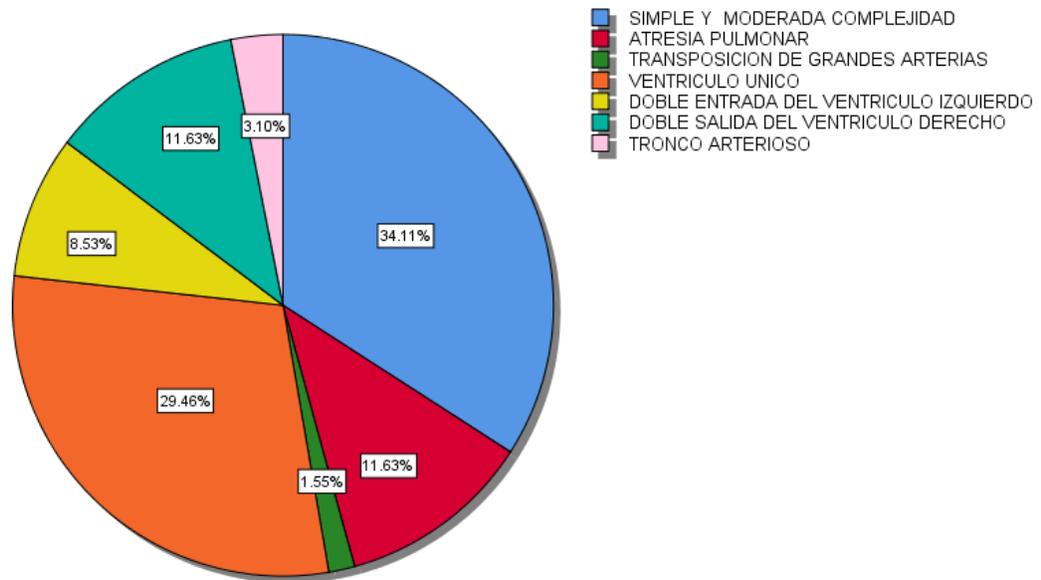
		Frecuencia	Porcentaje
Válido	UNIVENTRICULAR	75	58.1
	BIVENTRICULAR	51	39.5
	UNO Y MEDIO	3	2.3
	Total	129	100.0

**CUADRO 6. CLASIFICACION DE BETHESDA: DIAGNOSTICO DE CARDIOPATIA CONGENITA PRIMARIA.**

		SIMPLE		MODERADA		MAYOR COMPLEJIDAD	
		N	%	N	%	N	%
<b>COMPLEJIDAD SIMPLE</b>	INSUFICIENCIA AORTICA	1	(0.8%)				
	ESTENOSIS PULMONAR	0					
<b>COMPLEJIDAD MODERADA</b>	FALLOT			15	(11.6%)		
	EBSTEIN			1	(0.8%)		
	OBSTRUCCION DEL TRACTO DE SALIDA DEL VD			0			
	DEFECTO DEL TABIQUE ATRIOVENTRICULAR			6	(4.6%)		
	OBSTRUCCION DEL TRACTO DE SALIDA DE VI			2	(1.6%)		
	DEFECTO DEL TABIQUE INTERVENTRICULAR			4	(3.1%)		
	AORTOPATIA			1	(0.8%)		
	ANOMALIAS DEL ARCO AORTICO			4	(3.1%)		
	CIA			0			
	CATVP			5	(3.9%)		
	OTROS*			5	(3.9%)		
<b>COMPLEJIDAD SEVERA</b>	ATRESIA PULMONAR					15	(11.6%)
	TRANSPOSICION DE GRANDES ARTERIAS					2	(1.6%)
	VENTRICULO UNICO					38	(29.5%)
	DOBLE ENTRADA DEL VI					11	(8.5%)
	DOBLE SALIDA DEL VD					15	(11.6%)
	TRONCO ARTERIOSO					4	(3.1%)

\* Insuficiencia severa mitral o tricúspidea por displasia de la valvular. VD, ventrículo derecho, VI, Ventrículo izquierdo.

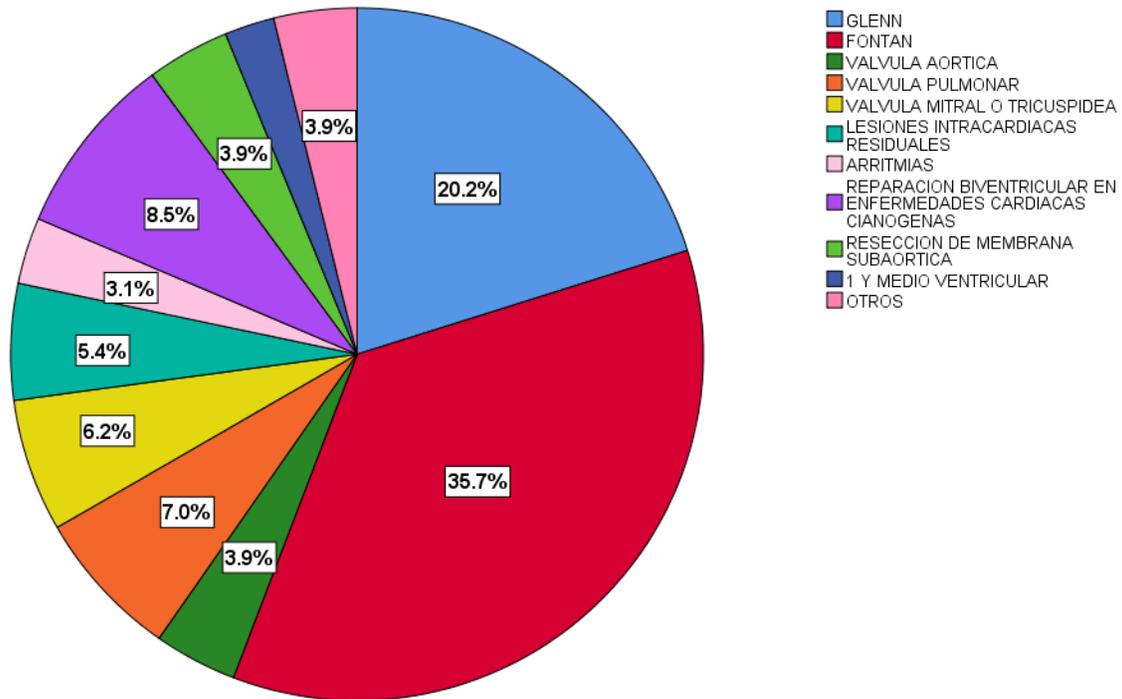
**GRAFICA 4. DISTRIBUCION DEL DIAGNOSTICO DEL GRUPO DE MAYOR COMPLEJIDAD EN RELACION A LA CLASIFICACION DE BETHESDA EN PACIENTES CON REESTERNOTOMIA**



### 8.5 TIPO DE CIRUGIA REALIZADA EN REESTERNOTOMIA

El procedimiento quirúrgico principal más comúnmente realizado en la mayoría de los pacientes es el de Fontan, con un porcentaje de hasta el 35.7%. En un 20.2% de los casos se llevó a cabo el procedimiento de Glenn, mientras que un 8.5% de los pacientes se sometieron a reparaciones biventriculares en enfermedades cardíacas cianógenas como la tetralogía de Fallot, doble salida de ventrículo derecho y atresia pulmonar. Además, en un 7% de los casos se colocaron válvulas pulmonares, en un 6.2% se realizaron plastias y/o prótesis en válvulas mitrales o tricúspides, y en un 5.4% se llevaron a cabo reparaciones de lesiones residuales intracardíacas. Otros procedimientos realizados incluyeron la resección de membrana subaórtica, la colocación de válvulas aórticas y otros procedimientos como la unifocalización de colaterales aortopulmonares, la corrección de aneurismas aórticos, la cirugía de REV y la corrección de canal AV completo, representando un 11.7% de los casos. (gráfica 5).

**GRAFICA 5. TIPO DE CIRUGIA REALIZADA EN REESTERNOTOMIA**



### **8.6. LESION MAYOR, MENOR Y ESTRUCTURA LESIONADAS EN EL MOMENTO DE LA REESTERNOTOMIA**

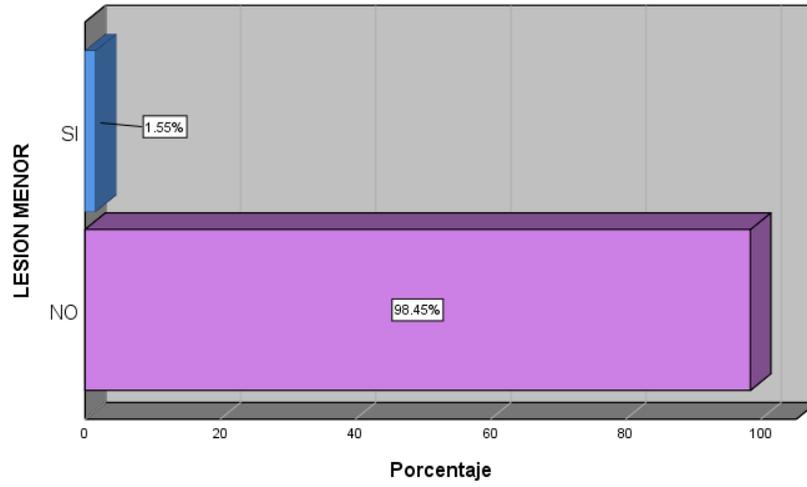
Solo una lesión mayor se observó en un paciente masculino de 5 años, con un peso de 15.8kg y una saturación de oxígeno del 77%. El paciente contaba con diagnósticos de atresia tricúspidea y atresia pulmonar, además de antecedente de hipoplasia de la rama derecha de la arteria pulmonar. A los 4 años se realizó una fístula sistémico pulmonar modificada en la primera esternotomía. Durante la reesternotomía presentó una lesión asociada a la disección de la arteria pulmonar, causada por la cantidad de adherencias secundarias al procedimiento previo. La disección se completó posterior al inicio de la circulación extracorpórea. Favorablemente, el paciente no presentó complicaciones mayores ni mortalidad durante su evolución postoperatoria.

Con respecto a las lesiones menores, solo el 1.5% (n=2) de los pacientes presentaron lesión en la aurícula derecha durante la disección en la primera reesternotomía para

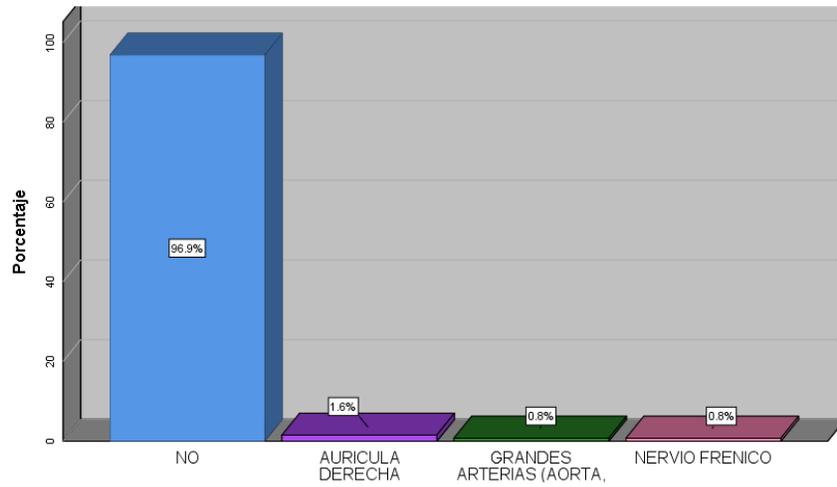
completar el estadio de Fontan. Uno de los pacientes tenía una anatomía compleja que incluía conexión atrioventricular ambigua, levoisomerismo, interrupción de la vena cava inferior y había sido sometido previamente a un procedimiento de Kawashima. Se reportó una paresia del nervio frénico en un paciente masculino de 8 meses de edad, con un peso de 6 kg y diagnóstico de base de doble salida del ventrículo derecho, síndrome Criss Cross, ritmo atrial bajo y antecedentes de corrección de conexión anómala total de venas pulmonares, bandaje de arteria pulmonar y ligadura de conducto arterioso realizado a los 23 días de vida, sin requerir manejo quirúrgico, pero con una prolongada estancia por neumonía con aislamiento de *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente (gráficas 6 y 7).

Se realizó canulación periférica por vía femoral en el 3% (n=4) de los casos, previo a la reesternotomía, debido a la proximidad de las estructuras vasculares al esternón. Sin embargo, el 75% de ellos fallecieron; uno por "Stone heart" al finalizar la circulación extracorpórea central, el segundo por arritmias y disfunción ventricular que presentaba como comorbilidad previa a la cirugía, y el tercero presentó muerte intraoperatoria por sangrado del sitio de la anastomosis cavopulmonar con difícil acceso para controlar el mismo debido a las adherencias firmes (antecedente de corrección de coartación de aorta e hipoplasia de arco aórtico con avance de arco aórtico, bandaje de arteria pulmonar y bloqueo AV completo intermitente). En el cuarto caso de canulación periférica, se realizó para la colocación de una prótesis aórtica y el cambio de un tubo valvulado en una paciente con antecedentes de corrección de tronco arterioso, quien presentó un paro cardiorrespiratorio en el postoperatorio inmediato secundario a arritmias, que ameritó colocación de marcapasos temporal y manejo médico (gráfica 8).

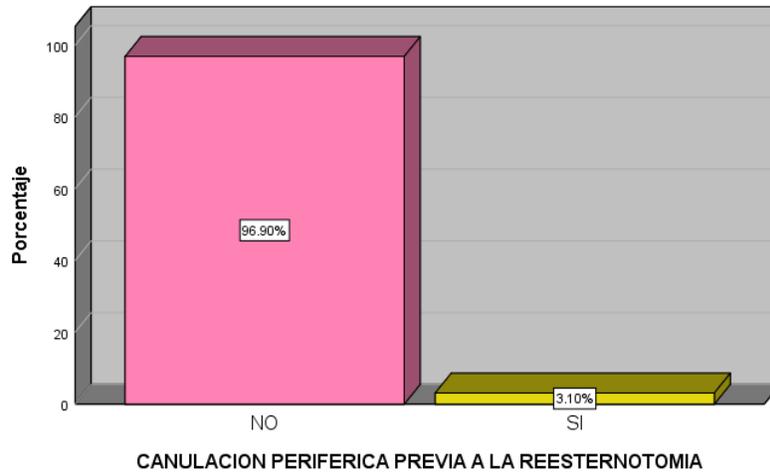
**GRAFICA 6. PORCENTAJE DE LESION MENOR DURANTE LA REESTERNOTOMIA**



**GRAFICA 7. ESTRUCTURA LESIONADA DURANTE LA REESTERNOTOMIA**



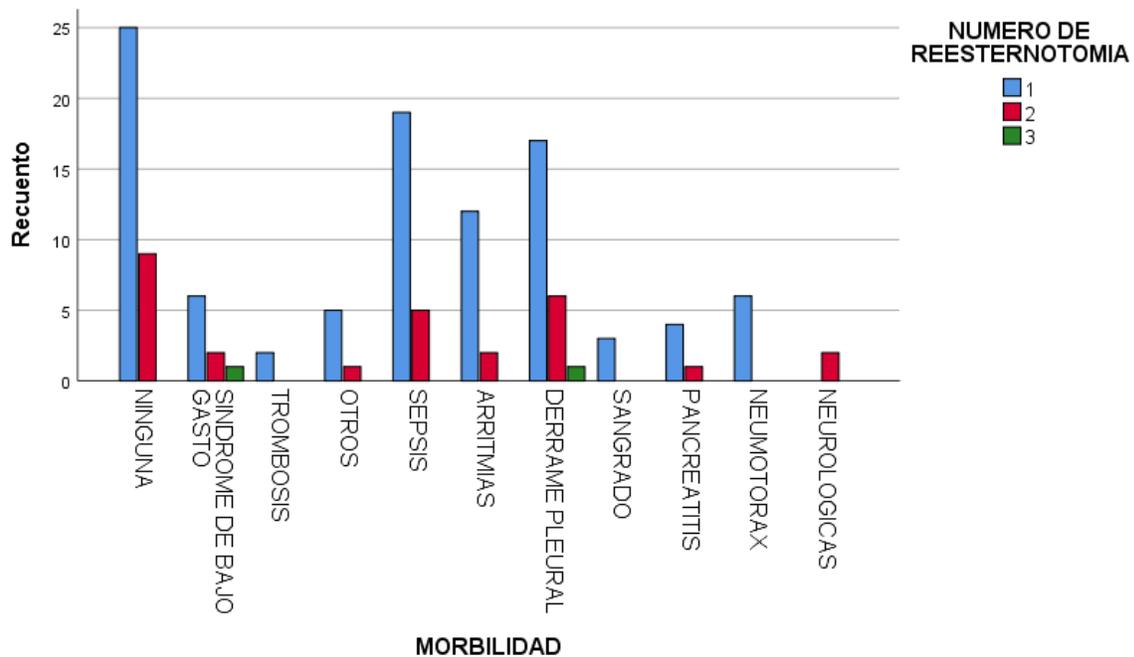
**GRAFICA 8. PORCENTAJE DE CANULACION PERIFERICA PREVIO A LA REESTERNOTOMIA**



## 8.7. MORBILIDAD POSTOPERATORIA EN LOS PACIENTES QUE SE SOMETEN A REESTERNOTOMIA.

En relación con la morbilidad postoperatoria, se reportó que el 26.4% (n = 34) de los pacientes no presentó ninguna complicación. En el 18.6% (n=24) se reportó derrame pleural durante su estancia, mientras que otro 18.6% (n=24) se asoció a sepsis, ya sea pulmonar, urinario o asociado a catéter. Únicamente 1 paciente tuvo un evento de mediastinitis. Un 10.9% (n=14) presentó arritmias y el 7% (n=9) mostró síntomas de bajo gasto sistémico (gráfica 9).

GRAFICA 9. TIPO DE COMORBILIDAD ASOCIADA AL NUMERO DE REESTERNOTOMIA



## 8.8. MORTALIDAD POSTOPERATORIA EN LOS PACIENTES QUE SE SOMETEN A REESTERNOTOMIA.

En nuestra investigación, no se hallaron casos de mortalidad ni morbilidad relacionados con la apertura del esternón. La mayor proporción de fallecimientos se dio en casos de

alta complejidad. (cuadro 10) No obstante, se observó que la tasa de mortalidad global en el periodo postoperatorio durante el primer mes fue del 9.3% en la primera reesternotomía, del 1.6% en la segunda y del 0.8% en la tercera, como se detalla en el cuadro 8. El 14.1% de la mortalidad operatoria en el primer mes posterior a la cirugía es en pacientes con alta complejidad, incluyendo los casos con cateterización periférica en los cuales la mortalidad fue del 75% lo que contrasta con los casos de cateterización central que presentaron el 9.6% de mortalidad. (cuadro 11).

**CUADRO 10. MORTALIDAD POSTOPERATORIA EN RELACION CON LA COMPLEJIDAD DE LA CARDIOPATIA CONGENICA EN PACIENTES CON REESTERNOTOMIA**

CLASIFICACION DE BETHESDA DIAGNOSTICO DE  
CARDIOPATIA CONGENITA PRIMARIA

		SIMPLE		MODERADA		ALTA COMPLEJIDAD	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
MORTALIDAD	DURANTE EL PRIMER MES	0	0.0%	3	7.0%	12	14.1%
	ENTRE 1 Y 6 MESES	0	0.0%	1	2.3%	0	0.0%
	> DE 6 MESES	0	0.0%	2	4.7%	3	3.5%
	NO	1	100.0%	37	86.0%	70	82.4%

**CUADRO 11. MORTALIDAD POSTOPERATORIA EN PACIENTES SOMETIDOS A REESTERNOTOMIA**

		NUMERO DE REESTERNOTOMIA			Total
		1	2	3	
MORTALIDAD	NO	82 (63.6%)	25 (19.4%)	1 (0.8%)	108 (83.7%)
	DURANTE EL PRIMER MES	12 (9.3%)	2 (1.6%)	1 (0.8%)	15 (11.6%)
	ENTRE 1 Y 6 MESES	1 (0.8%)	0	0	1 (0.8%)
	> DE 6 MESES	4 (3.1%)	1 (0.8%)	0	5 (3.9%)
Total		99 (76.7%)	28 (21.7%)	2 (1.6%)	129 (100%)

## 9. DISCUSIÓN

En la actualidad, de acuerdo con el estudio de Pahwa et al. en el 2020 se estima que el 95% de los pacientes con enfermedad cardíaca congénita sobreviven hasta la edad adulta y a pesar de que la gran mayoría se han sometido a reparaciones correctivas con frecuencia requieren una reoperación, siendo esencial en la práctica de un cirujano cardíaco pediátrico. Las reesternotomías en pacientes pediátricos son frecuentemente complejas debido a la diversidad de variantes anatómicas y a la presencia de defectos residuales de operaciones previas, la presencia de secuelas y su asociación con síndromes genéticos y cianosis; lo que refleja la necesidad de un enfoque cuidadoso y preparación adecuada para manejar posibles complicaciones. Esto se inicia desde la preparación de la primera cirugía conservando estructuras anatómicas como pericardio y el timo en pacientes que no agregue mayor morbilidad, el análisis de imagen preoperatoria para identificar estructuras de lesión y tomar medidas específicas en cada caso. Jaworski en el 2019 menciona que se han realizado más de 500 reoperaciones en niños al año de acuerdo con los datos del Registro Polaco de Cirugía Cardíaca (KROK) lo que representa aproximadamente el 20% de todas las cirugías cardíacas en este grupo de pacientes. Según la base de datos de la Sociedad Americana de Cirujanos Torácicos de Cirugía Cardíaca Congénita (STS-CHSD), el número de reoperaciones en un período de seguimiento de 5 años representó el 33% de todos los procedimientos quirúrgicos cardíacos realizados en pacientes con defectos cardíacos congénitos. En nuestro estudio, se observó que un 12.5% (n=142) de la población analizada en 5 años se sometió al menos a una reesternotomía tanto de fisiología univentricular y biventricular, lo cual representa un aumento significativo en comparación con el único estudio previo realizado en la población mexicana sobre la prevalencia de reesternotomías de Diliz et al., en el

cual se reportó que en un periodo de 15 años se operaron 65 pacientes con fisiología univentricular. No existen más registros de la frecuencia ni del tipo de complicaciones en México.

En nuestra serie se reporta que el 76,7% (n=99) se sometió a una primera reesternotomía, el 21,7% (n= 28) a una segunda, y solo el 1,6% (n=2) a una tercera reesternotomía. El intervalo de tiempo entre las reesternotomías fue entre 1 y 6 años hasta en el 55% de la población. Morales et al., reportó que el 67% (n=406) se sometió a una primera reesternotomía, el 28% (n=166) a una segunda, el 4% (n=24) a una tercera y a diferencias de nuestro estudio ellos si mencionan el 0.8% (n=5) a una cuarta y el 0.2% (n=1) a una quinta reesternotomía con un tiempo medio de 46 a 58 meses entre la esternotomía previa y la reesternotomía. Similar también a los datos obtenidos por Kirshbom, donde el 64% (n=639) ameritó una primera reesternotomía, 29% (n=287) una segunda, 5% (n=53) una tercera, 2% (n=15) y 1% (n=6) sextas o mayores con un intervalo de tiempo promedio de 1.3 años. El intervalo de tiempo entre los estudios es similar para disminuir el riesgo de adherencias y al mismo tiempo de complicaciones en pacientes sometidos a reesternotomías, como lo menciona en el estudio de Pahwa. En la literatura se menciona que partir de la tercera semana después de la esternotomía, las adherencias están muy vascularizadas, con tendencia a sangrar, después de lo cual se organizan en estructuras sólidas y duras. Reportes de la Clínica Mayo refieren que la liberación de adherencias mediastínicas es más difícil y con mayor riesgo si la reintervención se realiza dentro de los 6-12 meses después de la cirugía inicial.

En relación con el género el 55% de nuestra población eran mujeres similares al estudio de Diliz, en contraste con el estudio de Morales y de Kirshbom en donde predomina el género masculino. En cuanto al peso, la mediana en nuestra población fue de 25.5 kg

(2.4-58 kg), mayor que la mediana de peso en los estudios de Morales y Kirshbom de 14.2 kg (2.3-112.2 kg) y 11 kg (2.5-123 kg) respectivamente. La edad media en meses fue de 60 meses (1-215 meses) en nuestra población, en contraste con la edad menor reportada en los estudios de Diliz, Morales y Kirshbom.

En cuanto a la fisiología, el 58.1% de nuestros pacientes presentaban fisiología univentricular, mientras que Morales reportó un 47% y Kirshbom un 45% de fisiología univentricular en su población. Solo el 39.8% mostraba fisiología biventricular y el 2.3% presentaba fisiología uno y medio.

Debido al amplio espectro de las patologías en cardiopatía congénita primaria es difícil tener una clasificación general del diagnóstico más frecuente debido a que a veces se asocian hasta 2 alteraciones importantes, sin embargo, para fines de poder realizar alguna estadística y unificar criterios se tomó la clasificación realizada por Bethesda mencionado en el 2023 por Abdelrehim para agruparlas de acuerdo con su complejidad. Las patologías más frecuentes fueron ventrículo único (29.5%), atresia pulmonar (11.6%) y tetralogía de Fallot (11.6%).

El procedimiento quirúrgico principal realizado en la mayoría de los pacientes es el de Fontan (35.7%), seguido del procedimiento de Glenn (20.2%) y un 8.5% de los pacientes se sometieron a reparaciones biventriculares en enfermedades cardíacas cianógenas como la tetralogía de Fallot, doble salida de ventrículo derecho y atresia pulmonar y el resto se realiza en reparaciones de las válvulas mitrales, tricúspideas, lesiones residuales y otros procedimientos. Esta frecuencia en procedimientos es muy similar a la reportada en el resto de la literatura a excepción de estudio de Kirshbom en donde realizan trasplante cardíaco hasta en un 3% de su población, nuestro hospital aún se encuentra en desarrollo de trasplante cardíaco.

Follis et al. señalan que el riesgo de hemorragia masiva durante la reesternotomía es aproximadamente del 1%, y la mortalidad asociada es del 21%. En el estudio de Morales et al del 2010 reporto sesenta y seis casos (1.5%) de hemorragia catastrófica en 3640 pacientes obtenidos de 15 estudios revisados. En los estudios retrospectivos, la incidencia permaneció entre 0.5% y 3.6%. La mortalidad por hemorragia catastrófica oscilaba entre el 0.16% y el 1.5%. Además, los últimos estudios de Morales se ha observado que el riesgo de lesión por reentrada ha cambiado siendo inferior al 2% y la probabilidad de que una lesión importante que inestabilidad hemodinámica, transfusión urgente o canulación femoral urgente oscila entre el 0,3% y el 0,5%. En nuestro estudio solo se reportó un paciente (0.7%) con lesión mayor durante la disección de la arteria pulmonar que ameritó el inicio de circulación extracorpórea de urgencia, sin causar mayor morbimortalidad; siendo similar con los estudios en los que implementan medidas preventivas durante la esternotomía inicial, especialmente en pacientes que se espera una reesternotomía posterior. Se han empleado estrategias para cubrir las estructuras de mayor riesgo de lesión durante la reesternotomía entre ellas el cierre del pericardio en la operación inicial siendo esto poco viable por que en muchas reparaciones quirúrgicas utilizamos pericardio autólogo y/o se ha descrito la posibilidad de inestabilidad hemodinámica debido al limitado espacio que existiría por el edema cardiaco que puede desarrollar después circulación extracorporeal prolongada; otras opciones diseñadas son el uso de barreras protectoras y la aplicación de agentes que reducen la formación de adherencias mediastínicas, sin embargo debe destacarse que hay estudios en los que se reportó un aumento en la formación de adherencias mediastínicas después del implante de materiales externos. Nuestra experiencia es limitada con el uso de barreras externas, solo en 1 paciente se utilizó una membrana de politetrafluoroetileno posterior a una

colocación de tubo de valvulado del ventrículo derecho a la arteria pulmonar en un paciente con historia de corrección de transposición de grandes arterias que desarrollo insuficiencia pulmonar. Sin embargo, realizamos cierre de pericardio y limitar la disección de las estructuras necesarias para realizar la cirugía inicial de manera segura y desplazar el tipo ya sea completo o un lóbulo de manera cuidadosa para que no limite ni interfiera con la ejecución de la cirugía de forma segura siempre que sea posible. No obstante, no hay consenso sobre esta práctica entre los cirujanos.

Con respecto a las lesiones menores y las estructuras anatómicas lesionadas, solo el 1.5% (n=2) de los pacientes presento una lesión en la aurícula derecha que se resolvió sin complicaciones y una paresia del nervio frénico que no complicó en la evolución del paciente. La incidencia de lesiones leves en el estudio de Morales de 0.6% y se originó en la aurícula derecha y en la vena innominada similar a nuestro estudio; estas lesiones no fueron causadas por la sierra oscilante si no durante la disección de las estructuras para preparar la canulación central. Kirshbom reporto 13 lesiones por reentrada (1.3%), mayores y menores, las estructuras lesiones fueron homoinjertos calcificados en posición pulmonar o aortica, parches de tracto de salida ventricular derecho o pseudoaneurismas. Se ha realizado el uso de canulación periférica para reducir el riesgo de lesiones durante la reesternotomía favoreciendo la protección miocárdica y reduciendo el riesgo de hipoperfusión de órganos como se menciona por Morales y Jaworski. Kirshbom aborda la exposición de los vasos femorales antes de la esternotomía en pacientes con riesgo de reentrada esternal sin embargo no apporto datos suficientes sobre el beneficio de esta. Por otro lado, Pahwa menciona la importancia de individualizar la decisión de iniciar la circulación extracorpórea temprano, equilibrando sus posibles ventajas con las complicaciones asociadas a tiempos prolongados en circulación extracorpórea. Jaworski

menciona que la duración de la circulación extracorpórea antes de una reesternotomía puede influir en el riesgo de hemorragia postoperatoria. También destaca las complicaciones y consideraciones para tener en cuenta en la canalización periférica en pacientes como síndrome compartimental de la extremidad o la formación de hematomas y hemorragias retroperitoneales. En nuestra revisión solo se realizó canulación periférica por vía femoral en el 3% (n=4) de los casos, previo a la reesternotomía, debido a la proximidad de las estructuras vasculares al esternón. Sin embargo, el 75% de ellos fallecieron secundario a presencia de arritmias previas, sangrado en la arteria pulmonar de difícil manejo y el último caso por la formación de "Stone heart". El paciente que sobrevivió no presentó complicaciones asociadas a la canulación periférica. Es importante en la actualidad con el uso del ultrasonido y de métodos de imagen que se traten de conservar los accesos periféricos en las mejores condiciones y la evaluación prequirúrgica de los mismos en casos de requerir canulación periférica, también se hace mención del uso de ecocardiograma transesofágico para evaluar que la canulación sea segura y evitar el riesgo de hematomas retroperitoneales. Además, tratar de optimizar el tiempo entre la canulación periférica y el inicio de la canulación central.

Al igual que se ha descrito en la literatura, en nuestra serie de pacientes no se encontró asociación entre la morbilidad y mortalidad con la entrada esternal ni con la disección de las estructuras en pacientes con lesiones menores o mayores, sino más bien con la complejidad de los casos. La mortalidad obtenida en el primer mes fue del 14.1% y la morbilidad global fue del 73.6%, siendo difícil determinar los factores asociados debido al carácter descriptivo del estudio. Estos factores podrían incluir síndromes genéticos, alteraciones en la inmunidad, desnutrición, grado de cianosis, lesiones residuales, comorbilidades previas como disfunción de otros órganos, y factores relacionados con la

circulación extracorpórea y la duración de la intervención. En el estudio de Morales se reporta una supervivencia hospitalaria del 98%, mientras que en el estudio de Kirshbom 2009 se encontró una mortalidad operatoria del 1.8%, la cual estuvo asociada con el número de esternotomías y el tiempo del procedimiento. En nuestro estudio, la mortalidad disminuyó con el número de reesternotomías, lo cual podría ser atribuido a la implementación de un protocolo más estandarizado y la optimización de los factores alrededor del paciente antes y durante la cirugía, con el apoyo de un equipo multidisciplinario. Esto sugiere que una buena planificación y atención integral son cruciales para obtener mejores resultados en casos de reesternotomía. Lamentablemente es poca la literatura que aborde este problema y la mayoría se centra en pacientes adultos.

Se necesitan más estudios de tipo prospectivo para identificar los factores de riesgo en población pediátrica por ser un grupo heterogéneo con complejidad variable además contar con patologías propias de la infancia. Reforzar los vínculos entre los hospitales para darle y tener una estadística más grande y proveer factores de riesgo y morbimortalidad en la población mexicana.

## **10. CONCLUSIÓN**

La reesternotomía es un procedimiento que conlleva un mayor riesgo de complicaciones y tasas elevadas de mortalidad, sobre todo en casos de cardiopatías congénitas complejas, aunque actualmente no se relaciona directamente con la reentrada esternal. Para aumentar la seguridad de este procedimiento, es crucial la correcta preparación del paciente, una evaluación preoperatoria detallada y una planificación precisa de la reesternotomía. La estructuración y rutina en cada etapa de la operación, así como una reentrada esternal segura y medidas de rescate adecuadas, son fundamentales para mejorar los resultados y hacer que el procedimiento sea más consistente.

A pesar de los desafíos que implica la reesternotomía, es esencial seguir investigando y monitoreando las complicaciones asociadas a fin de mejorar los tratamientos y la calidad de vida de los pacientes afectados. Se hace hincapié en la importancia de desarrollar un protocolo replicable en diferentes centros y por cirujanos cardiovasculares en formación, lo cual proporcionaría una mayor seguridad y contribuiría a mejorar el resultado global en términos de morbilidad y mortalidad en la población pediátrica, creando así un mejor camino en caso de que sea necesaria una reesternotomía en la edad adulta.

## 11. BIBLIOGRAFÍA:

1. Morales D, Zafar F, Arrington K, Gonzalez S, McKenzie E, Heinle J, et al. Repeat Sternotomy in Congenital Heart Surgery: No Longer a Risk Factor. *Annals of Thoracic Surgery*. 2008; 86(3):897–902.
2. Kirshbom P, Myung R, Simsic J, Kramer Z, Leong T, Kogon B, et al. One Thousand Repeat Sternotomies for Congenital Cardiac Surgery: Risk Factors for Reentry Injury. *Annals of Thoracic Surgery*. 2009; 88(1):158–61.
3. Jacobs J, Mavroudis C, Quintessenza J, Chai P, Pasquali S, Hill K, et al. Reoperations for Pediatric and Congenital Heart Disease: An Analysis of the Society of Thoracic Surgeons (STS) Congenital Heart Surgery Database. 2014; 17(1): 2–8.
4. Díliz H, Meléndez I, Tamaríz O, García L, Araujo A, Palacios A. Safety of repeat median sternotomy in the palliative treatment of patients with a univentricular heart. *Arch Cardiol Mex*. 2017; 87(4):302–6.
5. Jaworski R, Kansy A, Birbach M, Pastuszko A, Mozol K, Kozlowski M, et al. Resternotomy in children with congenital heart disease-management algorithm applied in the Department of Cardiothoracic Surgery in Children’s Memorial Health Institute in Warsaw. *Kardiochir Torakochir Pol* 2019; 16 (4): 201-205.
6. Pahwa S, Stephens E, Dearani J. High-Risk Reoperative Sternotomy—How We Do It, How We Teach It. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery*. 2020; 11(4): 459-65.
7. Delius R, Walters H. Re-operative surgery in pediatric patients. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*. 2003; 6(1):108–15.
8. Berdat P, Immer F, Pfammatter J, Carrel T. Reoperations in adults with congenital heart disease: Analysis of early outcome. *Int J Cardiol*. 2004; 93(2–3):239–45.

9. Morales D, Williams E, John R. Is resternotomy in cardiac surgery still a problem? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010; 11(3):277–86.
10. Mavroudis C, Deal B, Backer C, Stewart R. Operative Techniques in Association With Arrhythmia Surgery in Patients With Congenital Heart Disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2013; 4(1):85–97.
11. Feng B, Wang S, Hu D, Fu W, Wu J, Hong H, et al. Bioresorbable electrospun gelatin/polycaprolactone nanofibrous membrane as a barrier to prevent cardiac postoperative adhesion. *Acta Biomater*. 2019; 83(1):211–20.
12. Cesnjevar R, Purbojo A, Haake C, Laas J. Significant adhesion reduction and time saving in pediatric heart surgery with 4DryField PH: A retrospective, controlled study. *PLoS One*. 2022; 17(1):1-6.
13. Elahi M, Dhannapuneni R, Firmin R. Direct Complications of Repeat Median Sternotomy in Adults. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2005; 13(2):135–8.
14. Kaneko Y, Hirata Y, Achiwa I, Morishita H, Soto H, Kobayashi J. Adhesion barrier reduces postoperative adhesions after cardiac surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2012; 20(3):257–62.
15. Thapa P, Farber D. The Role of the Thymus in the Immune Response. *Thoracic surgery clinics*. 2019; 29(1):123–31.
16. O'Donnell A TJ. How I Do It: Single Ventricle Palliation with Norwood/Sano, Bidirectional Glenn, and Extracardiac Fontan [Internet]. 2023. Available from: <https://www.ctsnet.org/print/article/how-i-do-it-single-ventricle-palliation-norwoodsano-bidirectional-glenn-and-extracardiac>

17. Valente T, Bocchini G, Rossi G, Sica G, Davison H, Scaglione M. MDct prior to median re-sternotomy in cardiovascular surgery: our experiences, infrequent findings and the crucial role of radiological report. *Br J Radiol.* 2019; 92(1): 1-12.
18. Adibi A, Mohajer K, Plotnik A, Tognolini A, Biniwale R, Cheng W, et al. Role of CT and MRI prior to redo sternotomy in paediatric patients with congenital heart disease. *Clin Radiol.* 2014; 69(6):574–80.
19. Yin C, Yan J, Li S, Li D, Wang Q, Wang E. Effect analysis of repeat sternotomy in pediatric cardiac operations. *J Cardiothorac Surg.* 2015; 10(1):1-5.
20. Mustafa M, Neijenhuis R, Furci B, Tsang V. Neck cannulation for bypass in redo sternotomy in children and adults with congenital heart disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020; 31(1):108–12.
21. Ali J, Cody J, Maldonado Y, Ramakrishna H. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) for Cerebral and Tissue Oximetry: Analysis of Evolving Applications. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* 2022; 36(1):2758–66.
22. Zaleski K, Kussman B. Near-Infrared Spectroscopy in Pediatric Congenital Heart Disease. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* 2020; 34(1):489–500.
23. Colak Z, Borojevic M, Bogovic A, Ivancan V, Biocina B, Majeric-Kogler V. Influence of intraoperative cerebral oximetry monitoring on neurocognitive function after coronary artery bypass surgery: A randomized, prospective study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015; 47(3):447–54.
24. Yamamoto T, Schindler E. Regional anesthesia as part of enhanced recovery strategies in pediatric cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2023; 36(3):324–33.
25. Schiefer J, Lichtenegger P, Zimpfer D, Hutschala D, Kuessel L, Felli A, et al. Performing central venous catheters in neonates and small infants undergoing cardiac

surgery using a wireless transducer for ultrasound guidance: a prospective, observational pilot study. *BMC Pediatr.* 2021; 21(1) 1-8.

26. Vinnakota A, Stewart R, Pettersson G. Computed Tomography Better Than Magnetic Resonance Imaging for Resternotomy Risk Assessment. *Annals of Thoracic Surgery.* 2017; 104(2):191.

27. Holst K, Dearani J, Burkhart H, Connolly H, Warnes C, Li Z, et al. Risk factors and early outcomes of multiple reoperations in adults with congenital heart disease. *Annals of Thoracic Surgery.* 2011; 92(1):122–30.

28. Follis F, Pett S, Miller K, Wong R, Temes R. Catastrophic Hemorrhage on Sternal Reentry: Still a Dreaded Complication?. *Ann Thorac Surg.* 1999; 68(1) :2215-9.

29. Comentale G, Palma G, Parisi V, Simeone S, Pucciarelli G, Manzo R, et al. Preoperative aspirin management in redo tetralogy of fallot population: Single centre experience. *Healthcare.* 2020; 8(4):1-11.

30. Smith R, Ellman P, Thompson P, Girotti M, Mettler B, Ailawadi G, et al. Do You Need to Clamp a Patent Left Internal Thoracic Artery-Left Anterior Descending Graft in Reoperative Cardiac Surgery? *Annals of Thoracic Surgery.* 2009; 87(3):742–7.

31. Deleon S, Locicero J, Ilbawi M, Idriss F. Repeat Median Stenotomy in Pediatrics: Experience in 164 Consecutive Cases. *Ann Thorac Surg.* 1986; 41(2):184-188.

32. Russell J, Leblanc J, Sett S, Potts J. Risks of Repeat Sternotomy in Pediatric Cardiac Operations. *Ann Thorac Surg.* 1998; 66(1):1575-8.

33. Abdelrehim A, Dearani J, Holst K, Miranda W, Connolly H, Todd A, Burchill L, Schaff H, Pochettino A, Stephens E. Risk factors and early outcomes of repeat sternotomy in 1960 adults with congenital heart disease: A 30-year, single-center study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2023; 23(1): 1-11.

## 12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Actividad	2023 MAR- ABR	2023 MAY- JUN	2023 JUL-AGO	2023 SEP-OCT	2023 NOV-DIC	2024 ENE-FEB
Búsqueda de la literatura	X	X	X			
Elaboración de protocolo de investigación				X		
Corrección del protocolo				X		
Aprobación y/o revisión por el grupo académico					X	
Revisión de los expedientes						X
Captura de datos.						X
Análisis estadístico de los datos.						X
Redacción y entrega de tesis						X

## ANEXO I. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Nivel de medición	Unidad de medida	Codificación
Género	Categoría correspondiente al orden sociocultural configurado sobre la base de la sexualidad.	Se obtendrá del expediente clínico con relación a masculino y femenino.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Femenino Masculino	1 = Femenino 2 = Masculino
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo hasta el periodo actual.	Se obtendrá en el formulario de datos sociodemográficos indicados por años al momento de la cirugía con relación a los grupos etarios en pediatría.	Cuantitativa	Continua	Meses	Continua
Peso	Cantidad de masa que alberga el cuerpo de una persona.	Medida obtenida en kilogramos del expediente clínico previo a la cirugía.	Cuantitativa	Continua	Kilogramos	Continua
Numero de reesternotomía	Esternotomía mediana realizada 30 días o más después de una esternotomía media previa y que requiere una sierra para reabrir el esternón.	Se obtendrá con relación al número de reesternotomía referido en las notas del expediente clínico.	Cuantitativa	Continua	Numero de reesternotomía	1 = 1 2 = 2 3 = 3 4 = 4 5 = 5 o mas
Intervalo entre la esternotomía	Espacio de tiempo entre una esternotomía media y otra.	Categoría correspondiente al tiempo entre cada cirugía obtenido en el expediente clínico.	Cuantitativa	Continua	Meses	1= 1 - 2 meses 2= 2 meses - 6 meses 3= 6 meses - 12 meses 4= 12 meses - 72 meses 5= 72 meses y mas
Fisiología de la enfermedad de base	Fisiología con la que el paciente se mantiene posterior a la corrección quirúrgica que compromete la calidad de vida de los pacientes.	Se obtendrá con relación al diagnóstico obtenido en el expediente clínico.	Cualitativa	Nominal	Otros	1= Univentricular 2= Biventricular 3= 1 y medio ventricular
Procedimiento quirúrgico realizado	Cirugía que se realiza curativa y/o paliativa para tratamiento de la enfermedad de base.	Se obtendrá con relación a la cirugía realizada para tratamiento de la cardiopatía indicado en el expediente clínico.	Cualitativa	Nominal	Otros	1= Glenn 2= Fontan 3= Válvula aortica 4= Válvula pulmonar 5= Válvula mitral o tricúspide

Lesión menor	Lesión que se controló sin canulación periférica, transfusión, hipotensión o agentes inotrópicos y no produjo morbilidad.	Se revisará la nota de procedimiento quirúrgico y nota de anestesia si se presentó una lesión menor.	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si hubo lesión menor	1 = Si 2= No
Estructura lesionada	Estructura anatómica que presenta lesión durante la reestromotomía en la entrada y/o disección antes del inicio de circulación extracorpórea.	Se revisará la nota de procedimiento quirúrgico el sitio de lesión mayor y/o menor.	Cualitativa	Nominal <i>gollscotomís</i> a	Innombrada Aurícula derecha Ventrículo derecho Grandes arterias Coronarias Nervio frénico	1 = Innombrada 2 = Aurícula derecha 3 = Ventrículo derecho 4 = Grandes arterias 5 = Coronarias 6 = Nervio frénico 7 = Otro