



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISION DE ESTUDIO DE POSGRADO**  
**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA**  
**“IGNACIO CHAVEZ”**



**Tesis de posgrado para obtener la subespecialización médica en:**

**Cirugía Cardiotorácica Pediátrica**

**“Asistencia ventricular con membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) en pacientes pediátricos con choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico de cirugía de corrección de cardiopatía congénita”**

**Presentada por:**

**Dra. Daniela Miranda López**

**Tutor:**

**Dr. Edgar Samuel Ramírez Marroquín**

**Co-Tutor:**

**Dr. Antonio Benita Bordes**

**Ciudad de México, Agosto de 2019.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

**Dr. Carlos Rafael Sierra Fernández**

**JEFE DE SERVICIO DE CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA**

**Dr. Edgar Samuel Ramírez Marroquín**

## **INFORMACION DE AUTORES**

### **AUTOR DE TESIS**

Dra. Daniela Miranda López

Residente de tercer año de cirugía cardiotorácica pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

### **TUTOR DE TESIS**

**Dr. Edgar Samuel Ramírez Marroquín**

Cirujano cardiotorácico y de malformaciones congénitas del corazón, Jefe del servicio de cirugía cardiotorácica pediátrica y de cardiopatías congénitas del adulto del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

### **COAUTOR**

**Dr. Antonio Benita Bordes**

Cirujano cardiotorácico y de malformaciones congénitas del corazón, adscrito al departamento de cirugía cardiotorácica pediátrica y de cardiopatías congénitas del adulto del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

## INDICE

TEMA	PAGINA
I. Resumen	5
II. Antecedentes	6-7
III. Planteamiento del problema	8
IV. Justificación	9
V. Objetivo general	10
VI. Objetivos específicos	10
VII. Material y métodos	10
VIII. Criterios de inclusión	10
IX. Criterios de exclusión	10
X. Criterios de eliminación	10
XI. Cuadro de variables	11-13
XII. Descripción general del estudio	14
XIII. Análisis estadístico	14
XIV. Aspectos éticos	14
XV. Factibilidad	14
XVI. Resultados	15-24
XVII. Discusión	25-27
XVIII. Conclusión	28
XIX. Cronograma	29
XX. Bibliografía	30-32

## I. RESUMEN

**Título:** “Asistencia ventricular con membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) en pacientes pediátricos con choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico de cirugía de corrección de cardiopatía congénita”

**Autores:** Dra. Daniela Miranda López, Dr. Edgar Samuel Ramírez Marroquín, Dr. Antonio Benita Bordes.

**Adscripción:** servicio de cirugía cardíaca y de malformaciones congénitas del corazón, Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

**Introducción:** La asistencia ventricular con membrana de oxigenación extracorpórea, es una herramienta utilizada en pacientes con cardiopatía congénita poscardiotomía sin lesiones residuales. Las indicaciones principales son descompensación cardiovascular grave pero potencialmente reversible con SVO<sub>2</sub> menor 60%, falla al salir del bypass cardiopulmonar luego de cirugía y rápido deterioro o disfunción ventricular grave.

**Objetivo:** Describir la experiencia del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” en el uso de ECMO como asistencia ventricular en pacientes pediátricos con choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico de corrección de cardiopatía congénita

**Metodología:** Se revisarán los expedientes de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca de enero de 2014 a mayo de 2018, únicamente se incluirán pacientes menores de 18 años, los cuales requirieron ECMO veno-arterial. El estudio es no experimental, transversal y observacional descriptivo.

Se registrarán en una base de datos las variables edad, peso, diagnóstico prequirúrgico, el tipo de canulación, tiempo de circulación extracorpórea, tiempo de pinzamiento aórtico, hipotermia, cirugía realizada, indicación del ECMO, tiempo de estancia del ECMO, estado vivo o muerto.

## **“Asistencia ventricular con membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) en pacientes pediátricos con choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico de cirugía de corrección de cardiopatía congénita”**

### **II. ANTECEDENTES**

El intercambio de gases transmembrana extracorpórea o ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation), utiliza una bomba y un oxigenador (intercambiador de gases) para proveer soporte hemodinámico y/o respiratorio prolongado. Dependiendo de la problemática del paciente puede ser veno-venoso para la falla respiratoria y/o veno-arterial cuando existe compromiso hemodinámico.

La asistencia ventricular con membrana de oxigenación extracorpórea es una herramienta utilizada en pacientes con cardiopatía congénita poscardiotomía sin lesiones residuales (1). Es un sistema de asistencia mecánica circulatoria que permite proporcionar soporte cardiaco cuando el corazón acaba de ser sometido a reparación quirúrgica de defectos y el miocardio no se encuentra en condiciones de realizar de forma efectiva la función de bomba. Se utiliza como puente para recuperación o como puente para trasplante (2). Las indicaciones principales son descompensación cardiovascular grave pero potencialmente reversible con SVO<sub>2</sub> menor 60%, falla al salir de circulación extracorpórea luego de cirugía y rápido deterioro o disfunción ventricular grave (3,4,5,6,7,8).

Históricamente, en la segunda mitad del siglo XVII, el médico Jean Baptiste Denis hizo la primera transfusión con fines terapéuticos a un ser humano y no fue sino hasta 1818, en que James Blandwell realizó la primera transfusión de humano a humano (9). En 1860 el británico Sir Benjamin Ward Richardson logró oxigenar sangre en un modelo animal y en 1895 el doctor Johann Jacobi, logró diseñar un aparato para perfusión renal, que oxigenaba sangre mediante infusión directa de aire (10).

El descubrimiento de la heparina fue lo que marcó la pauta de la circulación extracorpórea, su descubrimiento se atribuye a Jay McLean (1916) mientras investigaba con extractos de hígado y corazón de perros para purificar sustancias procoagulantes. Chargaff y Olsson en 1937 descubrieron la protamina, convirtiendo así a la heparina en el único anticoagulante con antídoto. En 1935, tras los estudios moleculares de Erik Jorpes se logra reproducir la heparina a gran escala para su uso intravenoso, con lo cual su uso se diversificó (11).

En mayo de 1953, Jhon Gibbon realiza la primera cirugía a corazón abierto con circulación extracorpórea en el Jefferson Medical School de Philadelphia. Posteriormente en 1955, Richard DeWall inventó el primer oxigenador de burbujas desechable (12, 13). El oxigenador de burbujas tiene desventajas, como lo son las micro embolias aéreas y la hemólisis, por lo que es muy útil para sala de operaciones en cirugías de pocas horas, pero no para ECMO o apoyo de larga duración. Kammermeyer en 1957 desarrolló el polímero dimetilpolisiloxano hoy llamado silicona, material que resulta ser altamente resistente a la presión hidrostática (no permite el paso de agua), pero es muy eficiente en la difusión de gases. Sentando la base para que el doctor Theodor Kolobow y cols. desarrollaran el primer pulmón artificial (oxigenador) de membrana en los 60s. Desde los últimos años de esa década empezaron a aparecer reportes de casos de pacientes sometidos a oxigenación extracorpórea prolongada, pero sin éxito.

En 1971 el doctor JD Hill realizó el primer uso de un circuito extracorpóreo para uso prolongado con sobrevida del paciente. Conectó a ECMO a un joven de 24 años con un distrés respiratorio por politrauma y en 1972 Bartlett reportó el primer ECMO cardiaco en un niño post cirugía cardiaca (14, 15, 16).

Robert H. Bartlett, considerado en el mundo, el Padre del ECMO, realizó con éxito por primera vez un ECMO neonatal en 1975: apoyó con esta técnica una recién nacida en falla respiratoria e hipertensión pulmonar secundarios a una aspiración meconial. Bartlett fue un pionero, modificando la circulación extracorpórea para llevarla desde la sala de operaciones a las unidades de cuidados intensivos.

El primer estudio clínico sobre ECMO en falla respiratoria aguda de neonatos liderado por el doctor Bartlett y cols., se publicó en 1985. Un ensayo diferente dirigido por O'Rourke en el Boston Children's Hospital, obtuvo resultados promisorios y fueron comunicados en 1989 (94% de supervivencia en el grupo tratado con ECMO) (13).

En 1996 se publicó el resultado del trabajo aleatorizado en falla respiratoria neonatal, del UK Collaborative ECMO Trial Group. Este estudio mostró una diferencia significativa, con un 60% sobrevida en el grupo de ECMO vs. 40% con terapia estándar (NNT 3-4). Es así que el ECMO en este grupo etario llegó a ser un estándar de cuidado (16).



### **III.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La terapia con membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) no es nueva, de acuerdo en lo descrito en los antecedentes hace muchos años ya que se encuentra en uso en países desarrollados, sin embargo, en un país en vías de desarrollo como el nuestro, es una terapéutica limitada un tanto por la experiencia y otro más por el costo elevado que representa tanto para los pacientes como para los propios institutos de salud. Sin embargo, existe una población de pacientes, como los son los cardiópatas congénitos, donde la alteración estructural del corazón no es nada parecido a la anatomía normal, y por tanto el periodo posquirúrgico es difícil de sobrellevar, de ahí se desprende la importancia de la utilización de la asistencia ventricular tipo ECMO.

Desde hace ya algunos años, se ha implementado su uso en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” en los pacientes posquirúrgicos de cirugía de corrección de cardiopatía congénita, por lo cual se considera vital, revisar los datos obtenidos hasta el momento para con ello poder generar las bases de una terapéutica estándar en los pacientes que presenten choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico; y, que incluso nos permita proponer a pacientes con gran deterioro de la función cardíaca en el prequirúrgico como candidato a dicha terapéutica.

#### **IV. JUSTIFICACION**

Las cardiopatías congénitas son anomalías estructurales del corazón y de los grandes vasos que se producen secundario a una alteración embriológica que condiciona conexiones anormales, así como la presencia de comunicaciones entre los circuitos pulmonar y sistémico. Al presentar alteraciones tan severas, las cirugías de corrección suelen ser procedimientos largos, que implican un tiempo considerable de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, de ello deriva que al terminar el procedimiento quirúrgico y detener la derivación cardiopulmonar, la adaptación hemodinámica a la nueva dirección de los flujos, el cambio en el manejo de presiones y de volumen en los ventrículos así como la presencia de material protésico, ya sean válvulas, parches y/o injertos tubulares, se acompaña de un miocardio aturdido que tiene mayor dificultad para mantener una función óptima, que se vea reflejada en un adecuado gasto cardíaco.

Por lo anterior, el beneficio que se ofrece a un corazón en dichas condiciones con un soporte ventricular veno arterial es la diferencia en muchos casos de que el paciente sobreviva. Por tanto, se considera un estudio de extrema importancia para reportar la experiencia de ésta terapéutica y así en un futuro crear líneas de investigación, enfocadas a ajustar los tiempos idóneos de utilización del sistema ECMO, anticoagulación en pacientes pediátricos en ECMO, concentración de fármacos como los antibióticos relacionados a infecciones en pacientes en ECMO, por citar algunos.

## **V. OBJETIVO GENERAL**

Describir la experiencia del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” en el uso de terapia ECMO como asistencia ventricular veno-arterial en pacientes pediátricos con choque cardiogénico refractario en el posquirúrgico de corrección de cardiopatía congénita

## **VI. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1.-Describir el tipo de canulación empleado para colocar el sistema ECMO
- 2.-Describir los tiempos de circulación extracorpórea y el tiempo de pinzamiento aórtico y compararlo con lo reportado en la literatura
- 3.-Determinar cuáles son los principales diagnósticos de los pacientes sometidos a asistencia ventricular con sistema ECMO
- 4.-Analizar la mortalidad en relación a la curva de experiencia de los cirujanos

## **VII. MATERIAL Y METODOS**

**Universo:** Pacientes atendidos en el servicio de cirugía cardiaca pediátrica operados de cirugía de corrección de cardiopatía congénita que requirieron apoyo ventricular con soporte tipo ECMO veno-arterial en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, de enero de 2014 a mayo de 2018.

### **Diseño del estudio:**

- Número de mediciones: transversal
- Número de grupos: no comparativo
- Por la intervención: observacional descriptivo
- Tiempo en el que ocurrió el fenómeno: retrospectivo
- Forma de recolección de datos: retrolectivo

## **VIII. CRITERIOS DE INCLUSION**

Pacientes pediátricos menores de 18 años operados de corrección de cardiopatía congénita, que en el posquirúrgico requirieron soporte ventricular tipo ECMO veno-arterial

## **IX. CRITERIOS DE EXCLUSION**

Pacientes pediátricos menores de 18 años operados de corrección de cardiopatía congénita, que en el posquirúrgico requirieron soporte ventricular tipo ECMO veno-venoso.

## **X. CRITERIOS DE ELIMINACION**

-Pacientes con expediente incompleto

## XI. CUADRO DE VARIABLES

<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	Definición conceptual	Definición Operacional	Escala de medición	Unidades de medición
Sexo	Expresión de la identidad de género de una persona, con criterios como: características anatómicas y cromosómicas.	Fenotipo de las características sexuales, así como de los órganos genitales externos	Cualitativa dicotómica	Hombre Mujer
Tipo de canulación	Colocación de cánulas en la aorta, venas cavas y/o arteria o vena femoral	Procedimiento realizado en el paciente reportado en la nota de técnica quirúrgica	Cualitativa nominal	French
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	Definición conceptual	Definición Operacional	Escala de medición	Unidades de medición
Tiempo de circulación extracorpórea	Tiempo durante el cual la función del corazón la realiza la máquina de corazón-pulmón durante una cirugía	A través de las cánulas colocadas en el sistema venoso y arterial, la sangre se extrae del organismo, pasa por un oxigenador y regresa al cuerpo oxigenada	Cuantitativa Nominal continua	Horas/minutos

Tiempo de pinzamiento aórtico	Es el tiempo transcurrido cuando durante la circulación extracorpórea se clampea la aorta ascendente	Tiempo durante el cual se clampea la aorta para pasar la solución de cardioplejia y obtener el paro electromecánico	Cuantitativa Nominal continua	Horas/minutos
Tiempo de permanencia del ECMO	Tiempo total entre la colocación del ECMO y la desconexión del ECMO	Tiempo desde que el paciente inicia la asistencia ventricular hasta que se separa totalmente del ECMO y se retiran las cánulas venosas y arterial	Cuantitativa Nominal continua	Horas/días
Tiempo entre la cirugía y la colocación del ECMO	Tiempo en el cual se coloca la asistencia ventricular con ECMO	Se tomará el tiempo en que se conecta el ECMO posterior al terminar la cirugía, ya sea que la colocación sea inmediata en quirófano o posterior en terapia posquirúrgica	Cuantitativa nominal continua	Horas/días
<b>VARIABLE DE CONFUSION</b>	Definición conceptual	Definición Operacional	Escala de medición	Unidades de medición

Peso	Fuerza con la que el centro de la tierra atrae a un cuerpo a su núcleo	Cantidad de fuerza de atracción al momento de la intervención quirúrgica	Cuantitativa Continua	gr.
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento	Tiempo medido desde el nacimiento hasta que se somete a cirugía	Cuantitativa continua	meses

## **XII. DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO**

Se realizará la revisión del expediente electrónico y del expediente impreso de los pacientes operados de cirugía de corrección de cardiopatía congénita que requirieron asistencia ventricular con ECMO de enero de 2014 a mayo de 2018, tomando en cuenta los criterios de inclusión para identificar cuales fueron los diagnósticos prequirúrgicos, la cirugía realizada y la indicación por la cual se colocó el ECMO. Se registrarán en una base de datos: edad, sexo, peso, diagnóstico prequirúrgico, cirugía realizada, tiempo de circulación extracorpórea, tiempo de pinzamiento aórtico, tiempo de permanencia del ECMO, tiempo entre la cirugía y la colocación del ECMO, si algún paciente presentó sangrado mayor al habitual durante el manejo con ECMO, así como la supervivencia.

## **XIII. ANALISIS ESTADISTICO**

Se utilizará estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central, media aritmética, mediana y moda teniendo en cuenta que pueden utilizarse en distribuciones con escala relativa e intervalos; así como medidas de dispersión, rango intercuartílico y desviación estándar.

## **XIV. ASPECTOS ETICOS**

De acuerdo a lo estipulado en el Reglamento en Materia de Investigación para la Salud de la Ley General de Salud, Capítulo II, artículo 17 por tratarse de un estudio observacional, se considera una investigación sin riesgo ya que se revisarán expedientes. La información se mantendrá de manera confidencial.

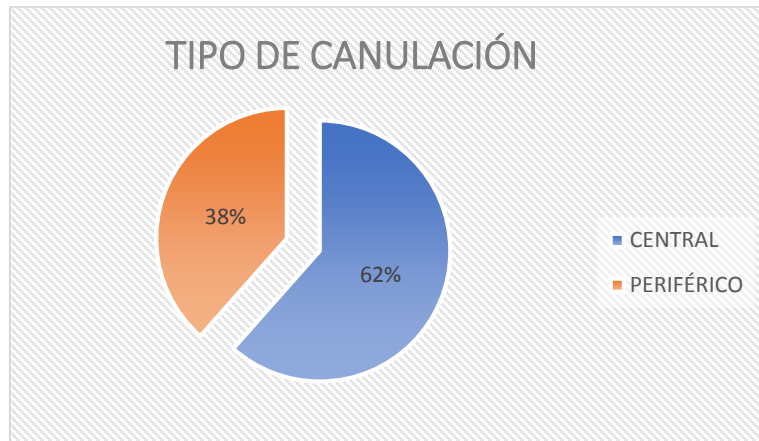
## **XV. FACTIBILIDAD**

Se considera un estudio factible dado que la información se tomará de los expedientes clínicos para recabar la información necesaria para el proyecto.

No se requiere apoyo financiero para los fines del presente documento.

## XVI. RESULTADOS

Se recabaron los datos de los pacientes operados de corrección de cardiopatía congénita que requirieron asistencia ventricular con ECMO en el posquirúrgico, en el periodo comprendido de enero de 2014 a mayo de 2018, se instalaron 13 sistemas de ECMO (Gráfica 1).



Gráfica 1. Todos veno-arteriales.

De los 13 sistemas ECMO la canulación utilizada fue central en 8 pacientes y 5 se canularon vía periférica. El rango de edad va de 1 día de vida a 15 años y los pesos desde 2.6 kg hasta 25 kg con un promedio de 11.5 kg. De los 13 pacientes 8 son hombres y 5 son mujeres. El tiempo mínimo de permanencia del ECMO fue de 7 h y el máximo de 13 días, con un promedio de duración en la terapia intensiva de 14.6 días (de 2 a 30 días). Las características de los pacientes se describen en la tabla 1.

(Tabla 1) Características demográficas

Edad	Peso (kg)	Diagnóstico prequirúrgico	Tipo de cirugía	Indicación del ECMO	Duración del ECMO	Defunción (si/no)
6 años	25	Enfermedad de Kawasaki	Revascularización coronaria AMII-DA y AMID-CD	Falla biventricular	7 h 54 min	no



6 días	2.9	TGA + PCA + atrioseptostomía	Jatene	Falla biventricular	12 h 54 min	si
25 días	3.2	TGA + tronco arterioso tipo I + hipoplasia de arco aórtico	Damus-Kaye- Stansel	Choque cardiogénico	18 h	si
1 mes	3.4	TGA + CIV + PCA	Jatene	Choque cardiogénico	3 días	no
1 año	6.3	Anillo vascular + CIV + CIA + origen anómalo de RIAP	Reimplante de RIAP a TAP + cierre de CIV con PPB + cierre directo de CIA	Síndrome de insuficiencia respiratoria agudo	4 h	si
7 meses	8.6	Tetralogía de Fallot	Ampliación de salida de VD con PPB + cierre de CIV con PPB	Falla biventricular + choque cardiogénico	13 días	no
1 día	2.6	TGA + CIA restrictiva	Jatene	Choque cardiogénico	7 días	si
1 año 6 meses	8.6	Tronco arterioso tipo I	Rastelli + CVAo	Choque cardiogénico	4 días	no
9 años	22	Estenosis mitral	CVM	Falla ventricular izquierda + HAP severa	6 días	no
15 años	24	Canal AV tipo A de Rastelli	Plastia de válvula AV derecha + cambio de válvula AV izquierda	Choque cardiogénico	5 días	no
4 años	10	AP con CIV	Conexión VP +	Choque	7 días	no

11 meses			cierre de CIV	cardiogénico		
2 años	10	Tetralogía de Fallot	Ampliación de salida de VD con PPB + cierre de CIV con PPB	Choque cardiogénico	4 días	no
14 años	24	Doble orificio mitral + cardiomiopatía dilatada	CVM	Choque cardiogénico	4 días	si

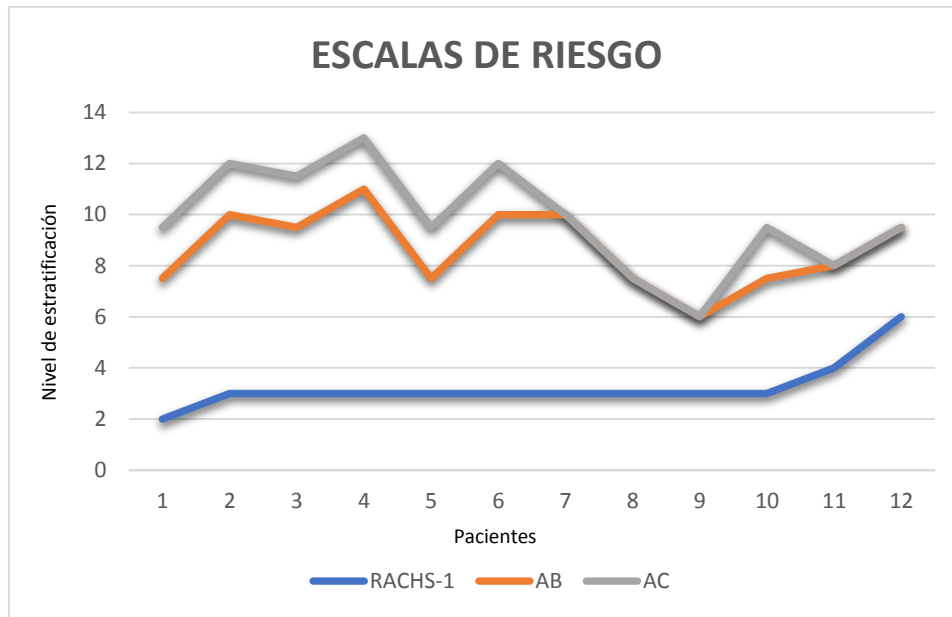
Tabla 1. (*AMII-DA* y *AMID-CD*) arteria mamaria interna izquierda a la descendente anterior y arteria mamaria interna derecha a la coronaria derecha. (*TGA*) trasposición de grandes arterias; (*PCA*) persistencia del conducto arterioso; (*CIV*) comunicación interventricular; (*CIA*) comunicación interauricular; (*RIAP*) rama izquierda de la arteria pulmonar; (*TAP*) tronco de la arteria pulmonar; (*PPB*) parche de pericardio bovino; (*CVAo*) cambio valvular aórtico; (*CVM*) cambio valvular mitral; (*HAP*) hipertensión arterial pulmonar; (*AP*) atresia pulmonar; (*VP*) ventrículo pulmonar; (*VD*) ventrículo derecho.

Del total de los pacientes se observa que cuatro de ellos tienen diagnóstico de trasposición de grandes arterias compleja, seguidos por los pacientes que requirieron corrección de Tetralogía de Fallot y cambio valvular mitral. Solamente en uno de los pacientes la indicación fue por síndrome de insuficiencia respiratoria aguda que finalmente se acompañó de falla hemodinámica, el resto de los pacientes presentó falla biventricular y choque cardiogénico en el posquirúrgico refractario al soporte inotrópico y volumétrico.

De acuerdo con la estratificación del riesgo prequirúrgico RACHS-1 (Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery), 10 pacientes fueron categorizados de acuerdo al procedimiento quirúrgico con nivel de riesgo 3, lo cual les asigna un riesgo promedio de mortalidad de 3.85%, y un paciente en nivel 6, lo cual le confiere un promedio de riesgo de mortalidad de 47.7%.

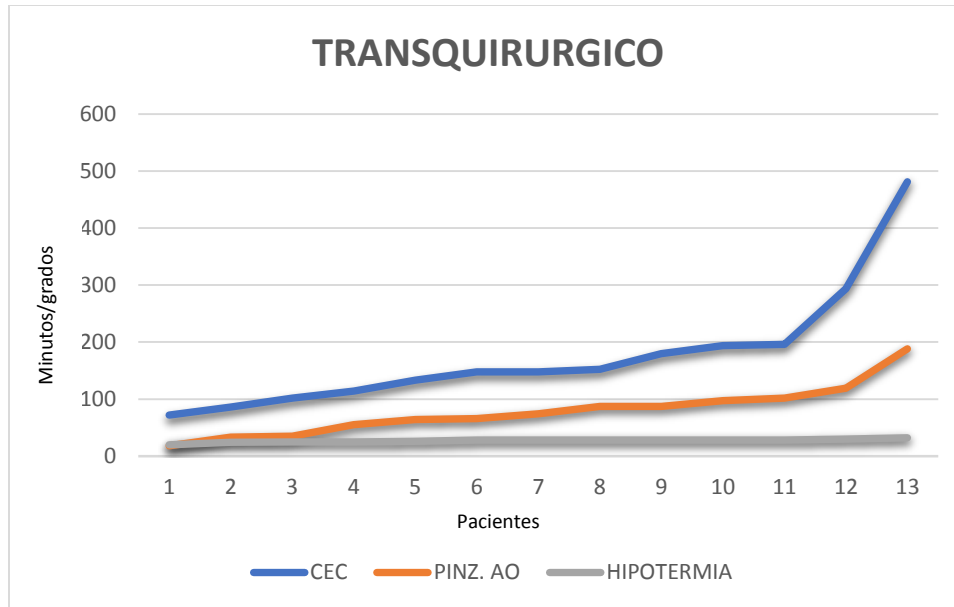
Aunado al RACHS-1, los pacientes se clasificaron de acuerdo a la complejidad del procedimiento quirúrgico con el sistema Aristóteles, obteniendo como puntaje mayor para el Aristóteles básico

(AB) de 10 y mínimo de 6, y para el Aristóteles completo (AC), 11.5 como máximo y 6 como mínimo, quedando 6 pacientes en el nivel 2 de riesgo (6.0-7.9 puntos), 2 pacientes en el nivel 3 (8.0-9.9), 4 pacientes con nivel 4 (10.0-15.0 puntos) y un paciente en el que no aplica éste sistema de clasificación, con diagnóstico de sling pulmonar (Gráfica 1).



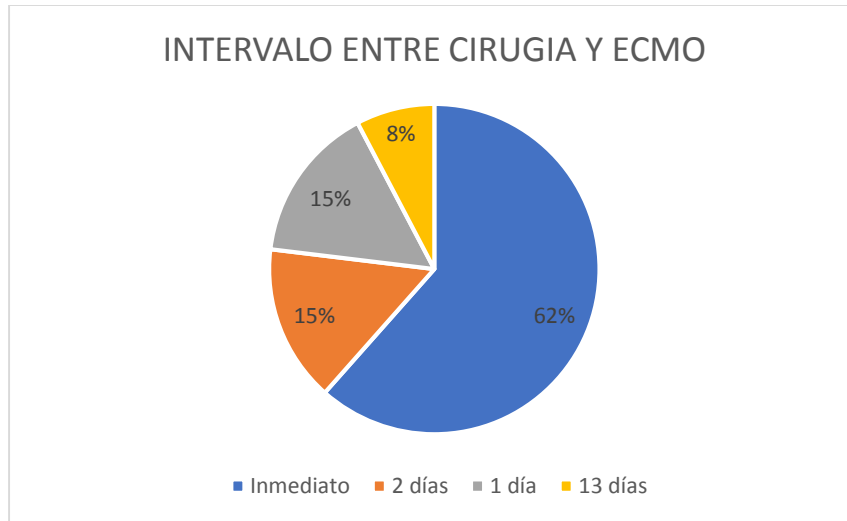
Gráfica 1. Observa la mayoría de los pacientes con RACHS-1:3 y un puntaje alto del sistema Aristóteles, lo cual se traduce como un mayor riesgo de mortalidad y mayor complejidad de los procedimientos quirúrgicos.

De los 13 pacientes, 11 tuvieron un tiempo de circulación extracorpórea menor de 200 minutos, con un promedio de 176 minutos, y un pinzamiento aórtico en 9 pacientes menor de 90 minutos, con un promedio de 78.8 minutos. Todos los procedimientos se realizaron en hipotermia, 8 en hipotermia moderada y 5 en hipotermia profunda (Gráfica 2).



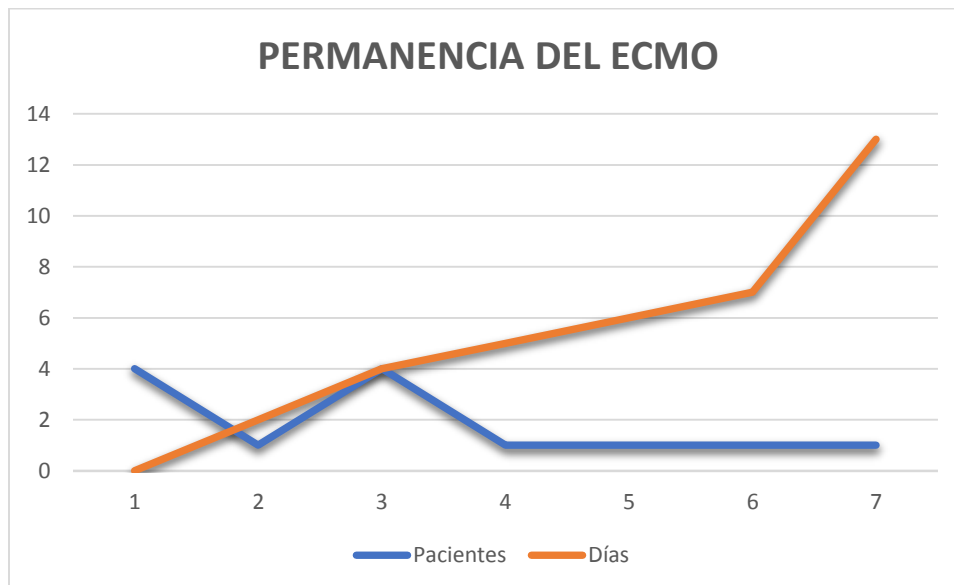
Gráfica 2. Durante la cirugía los pacientes se mantuvieron con adecuada hipotermia, así como destaca que el tiempo de circulación extracorpórea (CEC) y de pinzamiento aórtico (Pinz. Ao) se encuentran en los tiempos reportados en la literatura.

En lo que corresponde al tiempo transcurrido entre la cirugía y la colocación del ECMO se destaca que el 62% de los pacientes (8 casos), la asistencia ventricular se colocó inmediatamente en sala de operaciones, teniendo como principio la recanalización del paciente y la utilización de un oxigenador. Y se tuvo un ECMO de colocación un poco mas tardía, en una paciente con diagnóstico de atresia pulmonar con comunicación interventricular, con antecedente de una fistula sistémico pulmonar, quien fue llevada a conexión ventrículo pulmonar y cierre fenestrado de la comunicación interventricular, que en el posquirúrgico se reportó una comunicación interventricular grande residual que ameritó cierre perventricular, evolucionó en el posquirúrgico con falla biventricular (Gráfica 3).



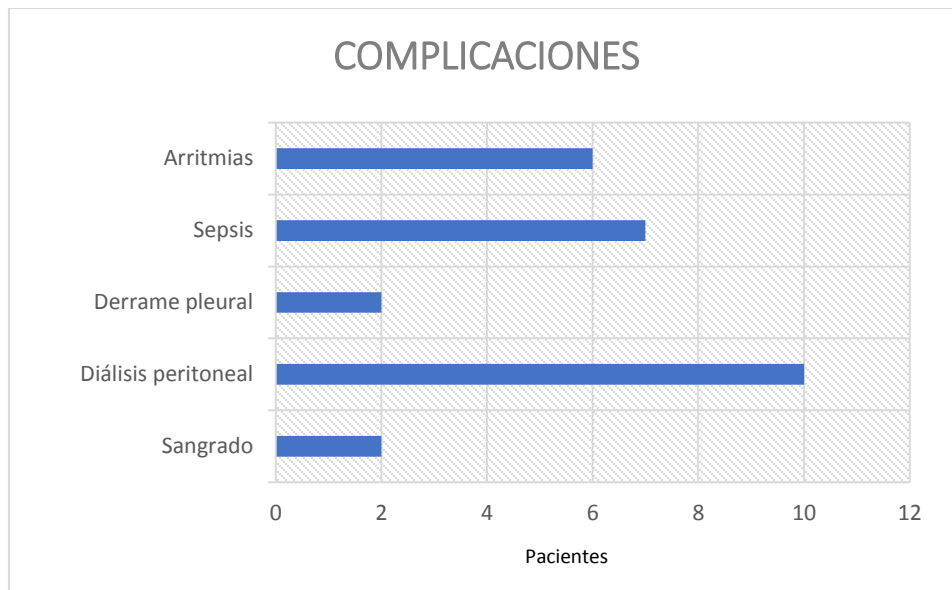
Gráfica 3. 8 pacientes con colocación inmediata de asistencia ventricular tipo ECMO en sala de operaciones (62%).

El tiempo de permanencia de la asistencia ventricular fue mínimo de 7 h y máximo de 13 días, teniendo 4 pacientes con menos de 24 h de asistencia ventricular y otros cuatro que requirieron la asistencia por 4 días. (Gráfica 4)



Gráfica 4. Se muestra una media de 3.8 días

Las complicaciones reportadas en su mayoría están asociadas a insuficiencia renal aguda, la cual se presentó en 10 pacientes, por lo que fue necesario la colocación de catéter de Tenckhoff para diálisis peritoneal. 2 pacientes presentaron sangrado mayor al habitual con una pérdida mayor al 15% de su volumen circulante, requirieron transfusión de concentrado eritrocitario y pasaron a quirófano para exploración, en uno de ellos se reporta sangrado en la periferia de la canulación aórtica lo cual resolvió con el refuerzo de la jareta y en el segundo paciente no se evidenció el sitio de sangrado. Siete pacientes presentaron sepsis que requirieron cambios del esquema antimicrobiano, así como 6 de ellos presentaron arritmias, 4 del tipo fibrilación/taquicardia ventricular y 2 bloqueos AV completos. Dos pacientes más presentaron derrame pleural que se trató con la colocación de drenajes pleurales (Gráfica 5)



Gráfica 5. Se desglosan las complicaciones, destaca la utilización de catéter de Tenckhoff para diálisis peritoneal.

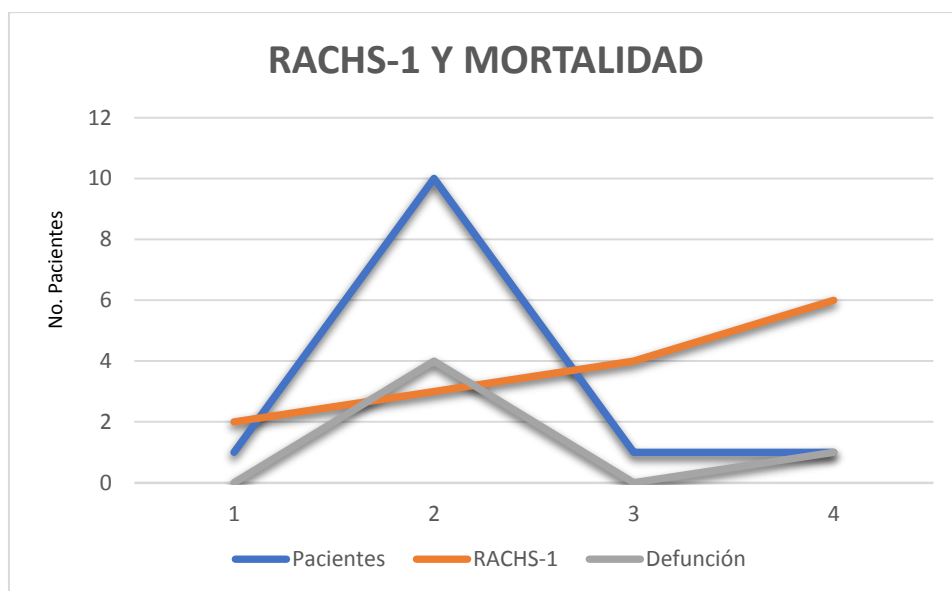
En cuanto a la variable mortalidad, ocurrieron 5 defunciones (mortalidad 38%), 4 en los primeros 3 años y 1 en los últimos 2 años (Gráfica 6).



Gráfica 6. La mortalidad disminuyó en los últimos 2 años.

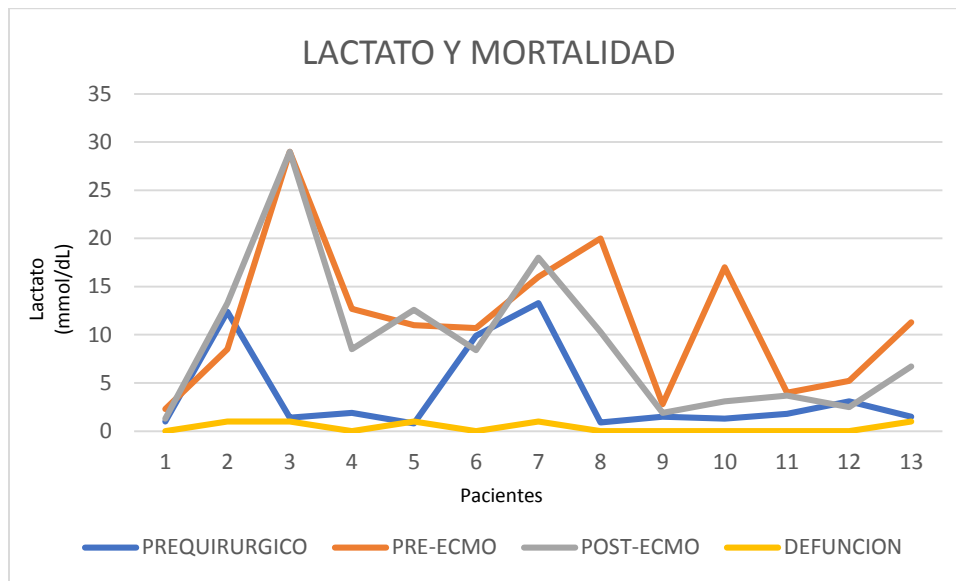
Las defunciones fueron, 1 por falla multiorgánica en paciente operado de cirugía de Jatene con disfunción ventricular no recuperable (isquemia miocárdica) y el resto por choque cardiogénico.

Se compara la escala de riesgo de mortalidad RACHS-1 con la mortalidad (Gráfica 7).



Gráfica 7. Los pacientes que fallecieron se encuentran en el grupo del RACHS-1:3 y uno en nivel 6, el cual confiere la más alta probabilidad de mortalidad.

Bioquímicamente los paciente se comportaron en su gran mayoría con hiperlactatemia previo a la colocación de la asistencia ventricular tipo ECMO, de cada uno de ellos se recabó el lactato prequirúrgico, el previo a la colocación del ECMO y el primero reportado después de la colocación del ECMO, con lo cual observamos que cuatro pacientes de los que fallecieron tenían lactato mayor a 10 mmol/dL y después de la colocación de asistencia solamente uno disminuyó a 6.7 mmol/dL, el resto se mantuvo en incremento (Gráfica 8).

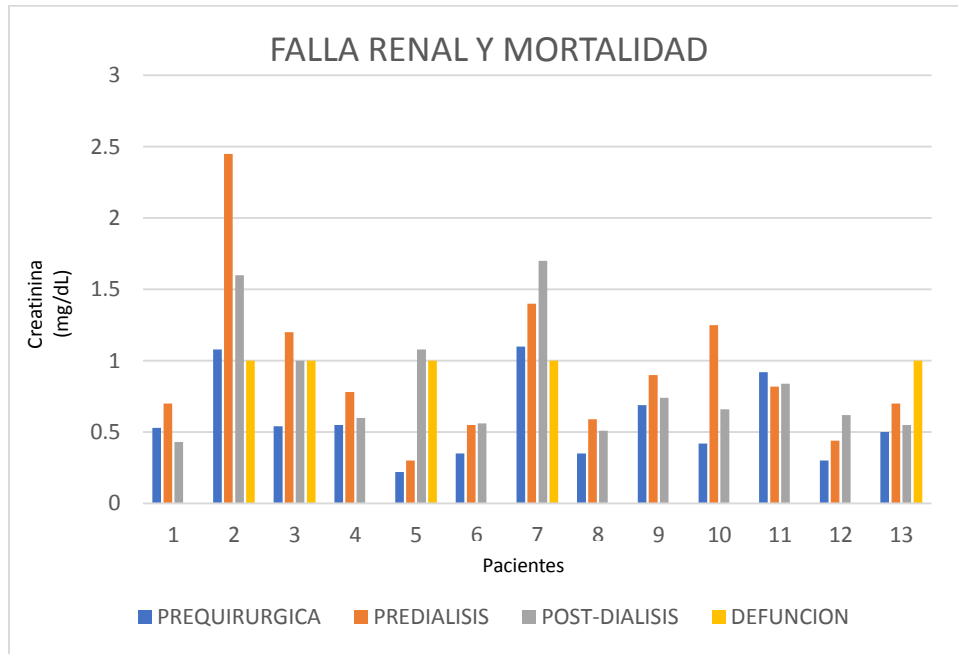


Gráfica 8. Se observa la tendencia elevada del lactato en todos los pacientes previo a la colocación del ECMO. En los pacientes que fallecieron (2, 3, 5 y 7) llama la atención que el lactato continuó en ascenso aún después de la colocación del ECMO. El paciente 13 que también fue defunción, el lactato disminuyó a 6.7 mmol/dL.

De los pacientes reportados en este estudio, los 13 cursaron con insuficiencia renal aguda en el posquirúrgico, demostrado por oliguria-anuria de instalación rápida, balances hídricos positivos, sin respuesta al tratamiento intensivo con diuréticos así como elevación progresiva de la creatinina. En todos se utilizó como método de sustitución renal la diálisis peritoneal y sólo uno de estos pacientes requirió tratamiento posterior con terapia prisma dado el gran balance hídrico positivo y la anuria persistente.



Se tomó la creatinina basal antes de la cirugía, la creatinina antes de la colocación del catéter de diálisis peritoneal y el primer control después del inicio de la terapia dialítica y se asoció a la mortalidad (Gráfica 9).



Gráfica 9. Se detalla cada uno de los pacientes y se documenta que la creatinina desciende después del inicio de la terapia dialítica, sin embargo en los 4 pacientes de los 5 que fallecieron, la creatinina se mantiene por arriba de 1 mg/dL.

## **XVII. DISCUSION**

Las cardiopatías congénitas son la principal malformación en el recién nacido, con una incidencia de 0.5-1%. Su resolución en la mayoría de los casos es quirúrgica, y la corrección habitualmente se acompaña de circulación extracorpórea dada la severidad de la patología. Afortunadamente las técnicas de perfusión cada día mejoran para ofrecer lo mejor al paciente durante la derivación cardiopulmonar, no obstante, en algunos de los casos, las cirugías ameritan largos tiempos de corrección y pinzamiento aórtico prolongado, así como es frecuente que los pacientes que ingresan a quirófano lo hagan en condiciones críticas impuestas por la propia enfermedad, lo cual genera que un miocardio ya de por sí mal funcionante, se mantenga aturrido y con dificultad para mantener la hemodinamia adecuada para el paciente. Es en estos momentos críticos donde la asistencia ventricular tipo ECMO cobra importancia, ya que es una estrategia que puede funcionar como parte del tratamiento para darle tiempo de recuperación a la miofibrilla o como puente para trasplante cardiaco. En nuestro estudio, el ECMO se utilizó en todos los casos como puente a la recuperación.

De nuestros pacientes la gran mayoría de las canulaciones fueron centrales, dado que siete pacientes pesaban menos de 10 kg, y los accesos vasculares periféricos entre menor sea el peso el diámetro de los vasos también disminuye, dificultando con ello desde la colocación de las cánulas hasta un limitar la canulación en los vasos femorales o carotídeo-yugular

De los pacientes el 61.5% son masculinos, aunque no hay una diferencia estadísticamente significativa reportada en la literatura (Segura S, 2009), reporta su experiencia en ECMO pediátrico, con un total de 16 pacientes, de los cuales el 50% fueron masculinos; sólo reportan el ingreso de dos pacientes a ECMO en estado posquirúrgico de corrección de Tetralogía de Fallot por inestabilidad hemodinámica secundaria a falla ventricular derecha con escasa respuesta a inotrópicos, lo cual se correlaciona con lo descrito en éste estudio de la falla biventricular refractaria al soporte inotrópico.

La edad de los pacientes es muy variada, resalta que de los 13 pacientes, 7 fueron lactantes. Segura S, (2009), reporta una mediana de edad de 7 meses en los pacientes que estudiaron.

De acuerdo a la estratificación del riesgo, se observa que la mayoría se categorizó con RACHS-1 nivel 3 y uno en nivel 6, lo cual se relacionó directamente con la mortalidad, ya que los pacientes que fallecieron tenían un riesgo de muerte de 3.85% y 47.7% respectivamente de acuerdo a la escala reportada por Calderón J, 2008; de igual forma, estos pacientes tenían un nivel de

complejidad importante, de acuerdo al sistema Aristóteles, el cual fue diseñado para determinar la complejidad y los riesgos de cada paciente y poder compararlo con lo reportado en otros hospitales, en México, aún existe poca información en cuanto a éste rubro,

En cuanto al tiempo transcurrido entre la cirugía y la colocación del ECMO se determina que en la mayoría de nuestros pacientes la falla biventricular se documentó por ecocardiografía transesofágica en el transquirúrgico y clínicamente en los pacientes que se colocó después, se documentaron a parte de la falla ventricular requerimientos de dos o más inotrópicos sin respuesta al tratamiento médico que indicaron choque cardiogénico. En lo reportado por Sánchez, L. (1999), de los 14 pacientes en los que ellos colocaron la asistencia ventricular en paciente posquirúrgico de cirugía cardíaca, la indicación del tratamiento fue la imposibilidad de destete de la circulación extracorpórea.

La media de permanencia de la asistencia ventricular en nuestro estudio fue de 3.8 días, mientras que Sánchez, L. (1999), reporta un tiempo promedio del ECMO de 7.8 días.

En lo que respecta a las complicaciones, la más frecuente fue la insuficiencia renal aguda, 13 pacientes requirieron terapia sustitutiva de la función renal con diálisis peritoneal, clasificación AKI 1 de la mayoría, de estos pacientes 4 de los que fallecieron mostraban creatinina mayor de 1 mg/dL que persistió en ascenso posterior al inicio de la terapia dialítica con lo cual se determina que la falla renal es un predictor importante de mortalidad en los pacientes posquirúrgicos de corrección de cardiopatía congénita (Moguel, B. 2013).

La hiperlactatemia mayor a 4 mmol/dL (Demers y Elkouri, 2000) se documentó previo al inicio del ECMO en todos los pacientes que fallecieron y en 4 de los 5 pacientes fallecidos el lactato continuó en ascenso mayor a 10 mmol/dL, por tanto, la hiperlactatemia es un factor predictor de mortalidad en los pacientes posquirúrgicos de cirugía de corrección de cardiopatía congénita. Muñoz y Laussen (2000), determinaron los niveles de lactato en sangre, durante el intraoperatorio, como indicador temprano de morbimortalidad en el hospital para niños de Boston, Massachussets, y concluyeron que la hiperlactatemia que ocurre durante la circulación extracorpórea en pacientes con cardiopatía congénita podría ser un indicador temprano de morbimortalidad. Por otra parte, Siegel y Dalton (1996) concluyeron en su grupo de pacientes, que los niveles de lactato a la llegada a la unidad de cuidados intensivos fueron de 6.9 mml/dL para los pacientes no sobrevivientes.

Finalmente, la supervivencia reportada en nuestro estudio es del 61.5% documentada hasta el egreso hospitalario. Segura, S (2009) reporta 50% de supervivencia.

El seguimiento se ha dado a todos los pacientes egresados de la institución, el de mayor seguimiento es a 5 años y el de menor a 1 año, de los 8 pacientes 1 se perdió en el seguimiento y los otros 7 se encuentran sin secuelas neurológicas y reintegrados a la sociedad.

## **XVIII. CONCLUSION**

La complejidad de las cardiopatías congénitas ha incrementado de forma progresiva, por tanto los centros como el nuestro que brindan atención de alto nivel cada vez se hace más frecuente el uso de sistemas de membrana de circulación extracorpórea. En nuestro caso se utilizó la oxigenación con membrana extracorpórea veno-arterial ya que todos los pacientes tenían disfunción biventricular y choque cardiogénico poscardiotomía refractario al tratamiento médico y no distrés respiratorio.

La asistencia con membrana extracorpórea es una terapia altamente invasiva y costosa, por tanto debe reservarse para pacientes con patologías reversibles refractarias a terapias convencionales máximas.

Requiere un grupo multidisciplinario, altamente especializado para determinar desde los criterios que hacen al paciente candidato a ésta terapéutica, el objetivo que se persigue con la colocación de la asistencia ventricular, es decir, puente a recuperación o puente a trasplante cardiaco, así como todo lo que incluye la colocación de las cánulas y el sistema propiamente dicho, los cuidados durante la asistencia ventricular por los perfusionistas y el personal de la terapia intensiva pediátrica, y finalmente el momento exacto en el que se toma la decisión de suspender la terapia. Constituye hoy en día un reto para todo el equipo médico y para el sistema salud, y, aunque el número de casos aún es pequeño, es importante darlo a conocer dado que inicialmente la mortalidad era elevada y disminuyó significativamente en los últimos dos años.

A pesar de las limitaciones con las que nos encontramos en nuestro país en vías de desarrollo, la experiencia ha mejorado y se espera que continúe así durante los próximos años.

## **XIX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

	<b>junio/ 2018</b>	<b>noviembre/ 2018</b>	<b>Enero- abril/2019</b>	<b>Junio/2019</b>	<b>Julio/2019</b>
<b>Revisión de bibliografía</b>					
<b>Elaboración de protocolo</b>					
<b>Recolección y análisis de datos</b>					
<b>Análisis de resultados</b>					
<b>Redacción del escrito final</b>					

## XX. BIBLIOGRAFIA

- 1.-Segura S, Cambra FJ, Moreno J, Thió M, RiverolaA, Iriondo M y cols. ECMO: experiencia en edad pediátrica. *Anales de Pediatría*. 2009;70(1):12-19.
- 2.- Bowen Fw, Carboni AF, O'Hara ML, Pochettino A, Rosengard BR, Morris RJ y cols. Application of “double bridge mechanical” resuscitation for profound cardiogenic shock leading to cardiac transplantation. *Ann Thoracic Surg*. 2001;72(1):86-90.
- 3.-Magovern GJ Jr, Simpson KA. Extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiac support: the Allegheny experience. *Ann Thorac Surg*. 1998; 68(2):655-61.
- 4.-Kitamura M, Aomi S, Hachida M. Current strategy of temporary circulatory support for severe cardiac failure after operation. *Ann Thoracic Surg*. 1999;662-665.
- 5.-Ko WJ, Lin CY, Chen RJ, Wang SS, Lin FY, Chen YS. Extracorporeal membrane oxygenation support for adult postcardiotomy cardiogenic shock. *Ann Thoracic Surg*. 2002;73(2):538-5.
- 6.-Sánchez M, Vázquez J, Blanco D, Arias B, Caballero S, serrano ML y cols. extracorporeal membrane oxygenation, ECMO. Experience with the first 22 cases. *Anales de Pediatría*. 1999;51(6):677-683.
- 7.-Kattan J, González Á, Castillo A, Caneo L. (2017). Neonatal and pediatric extracorporeal membrane oxygenation in developing Latin American countries. *Jornal de Pediatría*, 93(2), 120-129.
- 8.- Freeman C, Bennett T, Casper T, Larsen G, Hubbard A, Wilkes J, Bratton S. (2014). Pediatric and neonatal extracorporeal membrane oxygenation; does center volume impact mortality? *Critical Care Medicine*, 42(3), 512–519.
- 9.- Keynes, G. Medical history: Tercentenary of blood transfusion. *British medical journal*. 1967; 4(5576): 410
- 10.- Rodríguez-Martínez, D, del Cañizo López, J, Benavente R, et al. Aspectos técnicos de los dispositivos de perfusión de órgano aislado. *Actas Urol Esp*. 2008; 32(1): 59-66.
- 11.- Lozano Sánchez FS, Areitio-Aurtena Bolumburu DA. Jay McLean, 100 años de heparina. *Angiología [Internet]*. 2016.[consultado 01 de Julio de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.angio.2016.05.005>
- 12.- Lim MW. The history of extracorporeal oxygenators. *Anaesthesia* 2006; 61(10): 984–995
- 13.- Lorusso R., Batlett R. History. En BroganT, Lequier L,Lorusso R, Mc Laren G, Peek G.

- 14.- Hill, J, O'Brien, T, Murray, J. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (skock-lung syndrome) use of the Bramson membrane lung. *New England J Med.* 1972; 286 (12): 629-634.
- 15.- Zapol W, Kitz R. Buying time with artificial lungs. *N Engl J Med* 1972; 286:657–658
- 16.- Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, et al. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases. *J Thorac Cardiovc Surg* 1977;73:375-86
- 17.- Calderón J, Ramírez E, Cervantes J. Métodos de estratificación de riesgo en la cirugía de cardiopatías congénitas. *Arch Cardiol Mex* 2008; 78: 50-67.
- 18.- Sánchez M, Vázquez D, Blanco D, Arias B, Caballero S, Serrano M, et al. Oxigenación por membrana extracorpórea, ECMO. Experiencia de los primeros 22 casos. *An Esp Pedtr*, 1999; 51: 677-683.
- 19.- Moguel B, Wasung M, Tella P, Riquelme C, Villa A, Madero M, et al. Acute kidney injury in cardiac surgery. *Rev Inv Clin*, 2013; 65 (6): 467-475.
- 20.- Barrial M, Facenda A, Bravo L, Pérez A. Hiperlactatemia durante la cirugía cardíaca pediátrica con circulación extracorpórea. *Rev Cuba Anestesiol reanim*, 2009; 8 (2).
- 21.- Ramos A, Domínguez F, Díez-Balda JI, Martínez A, Gómez R, Bermúdez-Cañete R, Vellibre D. Extracorporeal membrane oxygenation in myocardial failure after pediatric heart surgery. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 1998:436-440.
- 22.- Chevalier JY, Durandy Y, Batisse A, Mathe JC, Costil J. Preliminary report: Extracorporeal lung support for neonatal acute respiratory failure. *Lancet* 1990: 335:1364-1366.
- 23.- Durandy Y, Chevalier JY, Lecompte Y. Single-cannula venovenous bypass for respiratory membrane lung support. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99:404-409.
- 24.- Chevalier JY, Couprie C, Larroquet M, Renolleau S, Durandy Y, Costil J. Venovenous single lumen cannula extracorporeal lung support in neonates. A five year experience. *Asaio J* 1993; 39:M654-658.
- 25.- Chevalier JY. Extracorporeal respiratory assistance for pediatric acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1993; 21:S382-383.
- 26.- Arnold JH, Thompson JE, Arnold LW. Single breath CO<sub>2</sub> analysis: Description and validation of a method. *Crit Care Med* 1996; 24:96- 102.
- 27.- Arnold JH, Thomson JE, Benjamin PK. Respiratory deadspace measurements in neonates



during extracorporeal membrane oxygenation. Crit Care Med 1993; 21:1895-1900.

28.- UK Collaborative ECMO Trial Group. UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. Lancet 1996; 348:75-82.

29.- Valls A, López M, López J, Román L, Echevarría, B. Fernández R. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) neonatal. I. ¿Es realmente necesaria en nuestro país?. An Esp Pedtr; 1997; 46 (3); 261-267.

30.- Kattan J, González A, Becker P, Rodríguez J, Estav A. Oxigenación con membrana extracorpórea en pacientes pediátricos: comunicación de los 3 primeros casos tratados. Rev Med Chile, 2005; 133 (9): 1065-1070.