

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

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACION SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE PEDIATRÍA "DR. SILVESTRE FRENK FREUD"
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI
SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

TITULO

**IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA COMPLICACIONES
NEUROLÓGICAS EN NIÑOS MENORES DE 10 AÑOS CON CARDIOPATÍA
CONGÉNITA OPERADOS DE CIRUGÍA CARDÍACA EN LA UMAE HOSPITAL DE
PEDIATRÍA DE CMN SIGLO XXI**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE **ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

PRESENTA:

DRA. MARCELA GUADALUPE GONZALEZ SALAZAR

TUTOR

DRA. AMANDA IDARIC OLIVARES SOSA

Profesora adjunta del servicio de Anestesiología Pediátrica UMAE Hospital de Pediatría CMN
Siglo XXI

CO - TUTORES

DRA. MILAGROS VÁZQUEZ PULIDO

Profesora adjunta del servicio de Anestesiología Pediátrica UMAE Hospital de Pediatría CMN
Siglo XXI

DR. MIGUEL ÁNGEL VILLASÍS KEEVER

Unidad de Investigación en Epidemiología Clínica UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI

MEXICO, D.F.

JULIO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México




UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

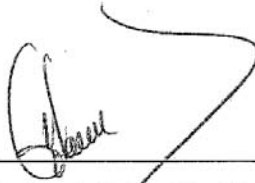
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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.



Dra. Josefina Maricela Hernández Cruz
Profesora titular del curso de Anestesiología Pediátrica
UMAE Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Presidenta



Dra. Graciela Castañeda Muciño
Jefa de la División de Educación e Investigación en Salud
UMAE Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Secretaria



Dra. Juana Gabriela Barrera Cervantes
Anestesióloga Pediatra adscrita al servicio de Anestesiología
UMAE Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Vocal



Dra. Sandra Gerardo de la Cruz
Anestesióloga Pediatra adscrita al servicio de Anestesiología
UMAE Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund"
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Vocal



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



"2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón".

Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3603
HOSPITAL DE PEDIATRIA, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI, D.F. SUR

FECHA **24/03/2015**

DRA. AMANDA IDARIC OLIVARES SOSA

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

Identificación de factores de riesgo para complicaciones neurológicas en niños menores de 10 años con cardiopatía congénita operados de cirugía cardíaca en la UMAE Hospital de Pediatría de CMN Siglo XXI.

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

Núm. de Registro
R-2015-3603-20

ATENTAMENTE

DR.(A). HERMILO DE LA CRUZ YÁÑEZ

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3603

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Dedicatoria:

A Dios, el principal motor de mi vida. Al compañero de mi vida Fernando Quevedo Pardo por ser la luz de mi camino. A mis padres Marcela y Juvencio por guiarme en la vida y hacer de mi todo lo que soy. A mis hermanos Paty, Jesús y Saúl por ser mi ejemplo a seguir. A mis sobrinos por ser la alegría de mi vida: Santiago, Ximena, Sarah, Vanesa, Chuy y a mi nuevo sobrin@.

Agradecimientos:

A mis pacientes que día a día me han enseñado tanto. A mis maestros en el extraordinario arte de la Anestesiología Pediátrica: Dra. Maricela Hernández Cruz por todo su apoyo y cariño durante este par de año; toda mi admiración y cariño a la Dra. Amanda Idaric Olivares Sosa por permitir este sueño posible, y a mis asesores: Dra. Milagros Vázquez Pulido y al Dr. Miguel Ángel Villasis gracias por su sabiduría y paciencia, a las Doctoras: Marisa Guerrero Pecina, Aline Nieto Zúñiga y al Dr. Fausto de la Cruz por su colaboración esencial en esta tesis. A todos los médicos del servicio de Anestesiología adscritos en sala de Cardiocirugía; al Servicio de Perfusión: Jorge Zavala López y al Servicio de cirugía cardiovascular de la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI por las facilidades que otorgaron para la realización de este trabajo. A los trabajadores de la biblioteca del hospital por el apoyo brindado.

ÍNDICE

I. Resumen	7
II. Marco teórico.....	8
III. Justificación.....	16
IV. Planteamiento del problema.....	17
V. Objetivos.....	18
VI. Hipótesis.....	19
VII. Material y Métodos.....	20
a) Diseño del estudio	
b) Ubicación espacio temporal	
c) Universo de estudio	
d) Tipo de muestreo	
e) Descripción general del estudio	
f) Procesamiento de datos	
g) Definición de variables	
h) Criterios del proyecto	
i) Tamaño de la muestra	
j) Plan de recolección de datos	
VIII. Consideraciones éticas.....	26
IX. Recursos y Financiamiento.....	26
IX. Resultados y Análisis estadístico.....	27
X. Discusión de Resultados.....	31
XI. Conclusiones.....	35
XII. Oportunidades y Limitantes del estudio	36
XIII. Cronograma de actividades.....	37
XIV. Referencias Bibliográficas.....	38
XV. Anexos del proyecto.....	41
- Hoja de recolección de datos	
- Clasificación de cardiopatías congénitas	

ABREVIATURAS

ACH : Arresto circulatorio hipotérmico

CATVP conexión anómala total de venas pulmonares

CC: Cirugía cardíaca

CCs: Crisis Convulsivas

CEC: Circulación extracórporea

CIA: Comunicación interauricular

CIV Comunicación interventricular

CN: Complicación neurológica

EHI: Encefalopatía hipóxica isquémica

EKG: Electrocardiograma

EVC: Evento vascular cerebral

FSP: Fístula sistémico pulmonar

MAP: movimientos anormales postoperatorios

NF: Nervio frénico

NIRS: Near-infrared spectroscopy

OACI origen anómalo de coronaria izquierda

PCA Persistencia de conducto arterioso

PB: Plexo Braquial

PCBF: Perfusión cardiopulmonar con bajos flujos

RMN: Resonancia magnética nuclear

SNP: Sistema nervioso periférico

TGA Trasposición de grandes arterias

VAP ventana aortopulmonar

RESUMEN

Introducción. A pesar de los indudables avances en el campo de la cirugía cardíaca, las complicaciones neurológicas (CN) son una creciente morbilidad asociada al manejo de las cardiopatías congénitas (CC). La incidencia de CN en este grupo de pacientes es muy variable y se ha reportado de 2 - 25%. Se ha considerado que es una patología multifactorial con factores perioperatorios asociados a peor pronóstico neurológico a corto y a largo plazo.

Objetivo. Identificar los factores de riesgo para CN en niños menores de 10 años con CC operados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC) en la UMAE Hospital de Pediatría de CMN siglo XXI.

Material y Métodos. Lugar de realización del estudio. UMAE Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI, México, D.F. Área de archivo clínico.

Tipo de estudio. Cohorte retrospectiva.

Población de estudio. Se identificaron a los pacientes con CC sometidos a cirugía cardíaca con CEC, se recabó la información y se recolectaron los datos se registrándolos en orden a los períodos pre, trans y postoperatorios en el período comprendido de diciembre 2011 a 2014.

Análisis estadístico. Se llevo a cabo dependiendo de la escala de medición de las variables mediante medidas de tendencia central y de dispersión. Para la comparación de variables cualitativas se utilizó la prueba de chi al cuadrado. Se identificaron los factores de riesgo asociados, calculo de Odds Ratio (OR) y su intervalo de confianza al 95%. Se analizaron con el programa SPSS versión 22.0.

Resultados. Se analizaron 232 expedientes: edad de los pacientes fue de 1 día hasta 9 años, edad predominante correspondió a los lactantes mayores (37.9%), género masculino (52.2%), estado nutricional sin desnutrición fue el habitual (53%), tipo de cardiopatía tipo cortocircuito de izquierda a derecha fue el más frecuente (57.8%), y cirugías correctivas (78.9%) y electivas (96.1%). La mediana de los días de vida al diagnóstico fue de 30 días (90-130) y a la realización del procedimiento quirúrgico fue de 450 días (90-930), la duración de tiempo de CEC mediana 97 minutos (68-136), mediana de tiempo de pinzamiento aórtico 42 minutos (21-67), media de hipotermia 25°C (20-28), días en UCIP media de 5 (2-14). Se analizo el grupo de CN contra no CN obteniendo los OR, los resultados estadísticamente significativos fueron cardiopatía cortocircuito derecha a izquierda $p = 0.010$ (OR=1.938 IC 95% de 1.101-3.411), tiempo de diagnóstico a la cirugía mayor de 1 año $p = 0.045$ (OR = 1.778 IC 95% de 1.011 – 3.129), hipotermia profunda $p = 0.001$ (OR=2.56 IC 95% de 1.447– 4.539), acidosis metabólica 24 h postoperatoria $p = 0.000$ (OR = 4.176 IC 95% de 2.295 – 7.598).

Conclusión. La duración mayor de 1 año del diagnóstico a la realización de la cirugía, CC con cortocircuito de derecha a izquierda, hipotermia profunda durante la CEC y acidosis metabólica con $pH < 7.2$ por más de 24 h del postoperatorio, constituyen factores de riesgo para presentar CN en los pacientes con CC menores de 10 años sometidos a cirugía cardíaca con CEC. La incidencia de CN es de 30% (mayores 18%, menores 12.5%)

Introduction. Despite the undoubted progress in the field of cardiac surgery, neurological complications (NC) are a growing morbidity associated with management of congenital heart disease (CHD). The incidence of CN in this group of patients is highly variable and is reported by 2-25%. It is considered to be a multifactorial disease with perioperative factors associated with worse neurological outcome in the short and long term.

Goal. Identify risk factors for CN in children under 10 years with CC undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB) in the Pediatric Hospital UMAE CMN XXI century.

Material and methods. Instead of conducting the study. UMAE Pediatric National Hospital Medical Center Century XXI, Mexico, DF. Area of clinical file.

Type of study. Retrospective cohort.

Study population. We identified patients with CHD undergoing cardiac surgery with CPB, the information was collected and the data collected by registering in order to pre periods, trans and postoperative in the period December 2011-2014.

Statistic analysis. I was carried out depending on the scale of measurement of the variables using measures of central tendency and dispersion. The chi-square test was used to compare qualitative variables. Associated risk factors, calculation of odds ratio (OR) and its confidence interval 95% were identified. They were analyzed using SPSS version 22.0 program.

Results. Age of the patients was from 1 day to 9 years, predominant age corresponded to older infants (37.9%), males (52.2%) gender, nutritional status without malnutrition was common (53%), type: 232 files analyzed disease type short from left to right was the most frequent (57.8%), and corrective (78.9%) and electives (96.1%) surgeries. Median days old at diagnosis was 30 days (90-130) and completion of the surgical procedure was 450 days (90-930), duration of CPB time middle 97 minutes (68-136), medium time of aortic clamping 42 minutes (21-67), half of hypothermia 25 (20-28) days in PICU average of 5 (2-14). CN group against CN not getting the OR was analyzed, the results were statistically significant left-right shunt heart disease $p = 0.010$ (OR = 1.938 95% CI 1101-3411), diagnostic time major surgery over 1 year = 0.045 (OR = 1.778 95% CI 1011-3129), deep hypothermia $p = 0.001$ (OR = 2.56 95% CI 1.447- 4.539), postoperative metabolic acidosis 24 h $p = 0.000$ (OR = 4.176 95% CI 2.295 - 7.598).

Conclusion. The longer duration than 1 year from diagnosis to performing surgery, CC shorted from right to left, deep hypothermia during CPB and metabolic acidosis with $pH < 7.2$ for more than 24 hours after surgery, are risk factors to present CN CC in patients under 10 years undergoing cardiac surgery with CPB. CN incidence is 30% (higher 18%, minor 12.5%)

Keywords: Neurological complication, congenital heart disease, heart surgery, cardiopulmonary bypass

Palabras Clave: Complicación neurológica, cardiopatía congénita, cirugía cardíaca, circulación extracorpórea

MARCO TEÓRICO

Los avances en cardiología pediátrica, cirugía cardíaca y cuidados intensivos, han propiciado una mayor supervivencia de pacientes con cardiopatías congénitas (CC), motivo por el cual se ha desarrollado un creciente interés en determinar la morbilidad y mortalidad asociados a la cirugía cardíaca. El periodo transoperatorio y post-operatorio representan momentos cruciales que generan complicaciones en varios órganos y sistemas. [1-3](#)

Las complicaciones neurológicas (CN) constituyen una importante causa de morbilidad y mortalidad. Se ha identificado a nivel internacional múltiples factores de riesgo perioperatorios relacionados con un deterioro neurológico a corto y largo plazo. [4](#)

La definición de CC más aceptada está en relación con la presencia de alteraciones estructurales macroscópicas del corazón y grandes vasos originadas antes del nacimiento dando por resultando entidades fisiopatológicas severas. [5](#)

La tasa de incidencia de pacientes con CC reportada mundialmente es de 2.1 a 12.3 por cada 1000 recién nacidos vivos por año. [6](#)

Al no disponer de la prevalencia real de CC en nuestro país, puede considerarse un promedio teórico, derivado de la información mundial disponible: 8 por 1,000 nacidos vivos, al relacionar esta cifra con la tasa de natalidad anual en nuestro país (2,500,000); se puede inferir que cada año nacen alrededor de 18 mil a 21 mil niños con algún tipo de malformación cardíaca. De estos, un tercio (4800 a 5500) requiere tratamiento médico-quirúrgico. En el nuestra unidad hospitalaria se reciben en la consulta externa de pediatría, en promedio 322 ± 45 pacientes nuevos al año. [6](#)

A partir del año 2000 se operan en promedio 360 ± 25 pacientes por año. De ellos, aproximadamente el 40% (140) son sometidos a circulación extracorpórea (CEC). [6, 7](#)

Los principales datos clínicos que establecen el diagnóstico de CC en la edad pediátrica son al menos uno de los siguientes signos: soplo, cianosis, arritmias, insuficiencia cardíaca congestiva, crisis de hipoxia y/o retraso en el crecimiento y

desarrollo. El diagnóstico se apoya en la clínica, radiografía de tórax, electrocardiograma (EKG) y en la mayoría de los casos se confirma con ecocardiograma.⁵

Los tipos de cardiopatías se clasifican de acuerdo a su abordaje de estudio; para el presente protocolo se utilizará la clasificación de acuerdo a la fisiopatología del cortocircuito, anexo 1.⁸

El tipo de CC así como sus alteraciones fisiopatológicas determina el tipo de cirugía a realizar. En este sentido, existen dos tipos de procedimientos quirúrgicos: corrección total y paliación. Los procedimientos de corrección total tienen como objetivo restituir la anatomía y fisiología normal del corazón, a través de la reparación de las alteraciones anatómicas y fisiológicas características de la cardiopatía. Las cirugías paliativas se realizan para mejorar la función cardíaca y el estado de nutrición de los pacientes, siendo las más frecuentes fístula sistémico pulmonar (FSP) y cerclaje pulmonar: la meta de la paliación es disminuir la cianosis, controlar la insuficiencia cardíaca o preparar la circulación para una reparación posterior.⁹⁻¹¹

Existen múltiples factores de riesgo que generan CN a corto y largo plazo relacionados a la CC o a la cirugía cardíaca para paliación o corrección total. Para su análisis se pueden clasificar en 3 periodos: preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio.¹²

Periodo preoperatorio

El desarrollo cognitivo en los niños con CC con flujo pulmonar disminuido es anormal¹³ debido a desnutrición e hipoxemia crónicas. Newburger en 1984 demostró que la edad de los pacientes en el momento de la cirugía es inversamente proporcional al deterioro del nivel cognitivo, sugiriendo que el retraso de la reparación quirúrgica puede estar relacionado con daño de funciones cerebrales superiores¹⁴. Se ha estudiado que las CN son secundarias a hipoxia, hipertensión pulmonar y falla cardíaca congestiva entre otros factores; en países desarrollados la corrección quirúrgica se realiza de forma precoz para evitar el deterioro clínico de la CC sin embargo en nuestro país, este cuadro se puede perpetuar debido a que tanto el diagnóstico como su

tratamiento es tardío. [15](#)

El estado de nutrición está íntimamente ligado con el fenómeno biológico del crecimiento, secundariamente la desnutrición daña las funciones celulares de forma progresiva. El principal factor implicado en la desnutrición es la insuficiente ingesta energética provocada por la disnea, taquipnea y hepatomegalia, datos que se observan con mayor frecuencia en los pacientes con CC con hipoflujo pulmonar.[16](#) La mejor herramienta diagnóstica de esta enfermedad es clínica, aunque es indispensable considerar una evaluación integral que incluya la dieta, antropometría y bioquímica. La clasificación de Waterlow es la mejor herramienta para evaluar el grado de desnutrición debido a que incluye el tiempo e intensidad de la desnutrición.[17](#)

Los pacientes con CC tienen mayor riesgo de presentar alteraciones neurológicas y del neurodesarrollo que la población general. Un estudio realizado en neonatos con CC demostró una incidencia del 4% de hemorragia cerebral, 8% de infarto y 17% de leucomalacia periventricular demostrado por resonancia magnética.[14](#) Otro estudio realizado en el hospital pediátrico de Filadelfia¹⁵ en 25 neonatos de término con CC se encontró que el 53% tenían anomalías cerebrales estructurales con leucomalacia periventricular (28%), microcefalia (24%) y cierre incompleto del opérculo (16 %). Esto puede ser causado en parte por los patrones de flujo fetal anormal en niños con CC compleja. Las anomalías cerebrales también son frecuentes en pacientes con defectos de las almohadillas endocárdicas debido a su asociación con el Síndrome de Down; también se han encontrado en pacientes con coartación y estenosis aórtica. Se han asociado diferentes genopatías que cursan con CC aunado a disfunción del sistema nervioso central.[12, 15, 16, 18, 19](#)

La hipoxemia prolongada, la insuficiencia cardíaca congestiva y la desnutrición en niños con CC afectan el neurodesarrollo, ya que el 50% del crecimiento del cerebro ocurre durante el primer año de vida.[20, 21](#)

Se ha observado que el cerebro de los pacientes de género masculino es más susceptible a desarrollar CN secundarias a lesión cerebral después de un evento hipóxico isquémico. [22, 23](#)

Existen diversas pruebas de evaluación del neurodesarrollo; en nuestro medio se utiliza la escala de Denver II que considera cuatro áreas: motor grueso, motor fino, lenguaje y personal social. Se corroboran hitos que deben estar presentes para la edad cronológica correspondiente, además de reflejos primitivos, tono muscular y reflejos osteotendinosos. La afectación de dos o más áreas se clasifica como alteración global del desarrollo [24](#)

Periodo Intraoperatorio

La circulación extracorpórea (CEC) es un cortocircuito venoso-arterial que permite drenar la sangre del extremo venoso hacia una máquina oxigenadora que hace las veces de corazón - pulmón y que luego impulsa la sangre ya oxigenada hacia la aorta sin pasar por el sistema cardiopulmonar, permitiendo de esta forma colocar dicho sistema en reposo para su manipulación quirúrgica, en el mundo se llevan a cabo anualmente 1, 200, 000 procedimientos cardíacos con CEC, en nuestro hospital se realizan en promedio 140 procedimientos por año. [25](#)

En diversos estudios se han identificado factores de riesgo de daño neurológico durante la CEC [26](#): periodo de enfriamiento [27](#), hipotermia [28](#), [33](#), período de recalentamiento [29](#), [30](#) periodos de bajo flujo durante la perfusión [29](#), tiempo de arresto cardíaco [30](#), tiempo de separación de la CEC [31](#), control del pH [32](#) y hemodilución (hematocrito <30%) [34](#). La acidosis metabólica e hipoxia también se han asociado con alteración de la tasa global del desarrollo hasta del 55% que incluyen función motora, lenguaje, integración visual-motora, regresión del neurodesarrollo, problemas de aprendizaje y alteraciones de comportamiento como la falta de atención e hiperactividad. [35](#)

Durante la CEC se utilizan los términos de arresto circulatorio hipotérmico (ACH) y perfusión cardiopulmonar con bajos flujos (PCBF) [29](#). Para la realización del ACH es necesario llevar al paciente a hipotermia severa (15 a 22°C) este período es crítico para el desarrollo de secuelas neurológicas por lo que idealmente debe ser menor a 50 minutos [26](#). La adecuada perfusión cerebral durante esta fase de enfriamiento (preferentemente menor a 20 minutos) es un factor importante para una hipotermia cerebral uniforme, debido a que se pueden encontrar gradientes de temperatura que

pueden contribuir a un enfriamiento cerebral inefectivo, como lo demostró Bellinger encontrando que periodos cortos de enfriamiento se asocian a mayor daño neurológico.²⁹ La PCBF consiste en administrar flujos de perfusión menores a los normales durante la CEC que van de 100 a 150 ml/kg/min²⁹. En esta técnica se utilizan diferentes grados de hipotermia la cual genera protección cerebral y miocárdica. Los flujos durante CEC pueden disminuirse desde 25 a 50% del flujo calculado para el paciente, en este caso a diferencia del ACH se mantiene la perfusión durante todo el procedimiento²⁵. En el estudio de Boston (1988-1992) se reportaron 171 pacientes con transposición de grandes arterias y se asignó de forma aleatoria a dos grupos: PCBF o ACH; se recolectaron informes a los 2, 4 y 8 años; en el más reciente los resultados de las CN fueron similares entre ambos grupos, excepto cuando la duración del ACH fue mayor de 41 minutos²⁷. En nuestra unidad hospitalaria ambas técnicas se utilizan.

Otra causa de lesión neurológica transoperatoria durante la CEC es la embolización; se generan microémbolos derivados del paciente constituidos por plaquetas, leucocitos, fragmentos musculares, lipídicos y proteínas, incluso formados por material extraño que puede estar constituidos de aire, calcio o material particulado.³⁶

En estudios de autopsias se ha descrito que el mecanismo de lesión de encefalopatía en la cirugía cardíaca es mediado por la reperfusión hipóxico-isquémica.³⁷

La lesión de la médula espinal es una complicación rara y se asocia más frecuentemente a plastías aórticas (0.4 a 1.5%)³⁸, que causan lesión por reperfusión hipóxico-isquémica. La región más comúnmente afectada es la torácica inferior.

La inmovilización prolongada durante y después de la cirugía predispone a los nervios periféricos a la presión y lesión por tracción. La parálisis por presión suele ocurrir en cualquier sitio declive, pero más comúnmente implica a los nervios peroneo y cubital³⁹. La lesión del plexo braquial (PB) se puede presentar por tracción prolongada durante la abducción de brazo y generalmente se resuelve gradual y completamente. La colocación de catéter venoso central con abordaje a través de la vena yugular interna puede dañar el PB en su parte superior por medio de trauma directo o extravasación de sangre⁴⁰. La lesión del nervio frénico (NF) puede ser el resultado de

lesión por hipotermia secundaria a hielo colocado alrededor del corazón, lesión intraoperatoria directa o sondas de drenaje⁴¹.

Periodo Postoperatorio

Newburger y cols en el estudio de arresto circulatorio de Boston⁴² relacionaron mayor estancia postoperatoria en la unidad de cuidados intensivos (UCI) a peor función cognitiva, incluso cuando se ajustaron los eventos perioperatorios, los tiempos de perfusión y las variables sociodemográficas.

El tiempo de estancia prolongada es un termino muy debatido, en la mayoría de los estudios se define en forma arbitraria, y oscila desde más de 3 días hasta 30 días, de esta medida se obtiene una mediana y rango intercuantílico, definiendo para algunos autores un periodo ≥ 7 días⁴³. Las causas que pueden desencadenar un postoperatorio anómalo pueden agruparse en: a) Fisiopatología del defecto de la CC antes de la intervención y cambios que la cirugía produce en la misma; b) efectos en los diferentes órganos y efectos de la CEC, arresto cardíaco e hipotermia profunda, y c) la presencia de defectos residuales.⁴⁴ La acidosis metabólica prolongada es consecuencia del inadecuado aporte de oxígeno a la célula y se correlaciona con los niveles de lactato, estos se encuentran alterados en el posoperatorio, sobre todo en los casos en que se ha efectuado arresto circulatorio e hipotermia profunda, se normalizan en 48-72 h. Constituyen un excelente indicador del estado del gasto cardíaco y de la perfusión periférica, por lo cual puede considerarse como un factor de riesgo para CN.⁴⁴

Las crisis convulsivas (CCs) son la CN más frecuente en el postoperatorio de CC sometidos a CEC hasta en 19%⁴⁵, por lo que se recomienda vigilancia estrecha, el monitoreo electroencefalográfico y potenciales evocados deberían ser protocolizados en todos los pacientes para valorar la integridad neurológica postoperatoria.⁴⁶ Los informes de movimientos anormales postoperatorios (MAP) fueron publicados en la década de 1960, la coreoatetosis es la complicación más frecuente (19%)⁴⁷. Los factores de riesgo para el desarrollo de MAP incluyen: CC cianótica, hipertensión pulmonar, lactante mayor de 9 meses, período de enfriamiento corto, pH alfa-stat, hipotermia profunda y la CEC⁴⁸; los MAP se han reportado después de infusiones prolongadas de fentanilo y midazolam, aunque éstos son leves y no se consideran

trascendentes⁴⁹.

Entre las nuevas estrategias de diagnóstico oportuno de CN postoperatorias se encuentra el uso de la monitorización con espectroscopía cercana al infrarojo (NIRS, Near-infrared spectroscopy) ya que varios investigadores han encontrado que el riesgo de desaturación cerebral es significativamente mayor después de la CEC⁵⁰, probablemente debido a una mayor resistencia cerebrovascular después de la cirugía y por ende una inadecuada entrega de oxígeno postoperatorio dando lugar a resultados adversos a corto y largo plazo⁵¹.

Se define como CN aquella que resulta de un daño en el cerebro, la médula espinal o los nervios periféricos. Para definir cada una de ellas se ha utilizado una lista de CN asociadas a CC, que ha sido evaluada y publicada por diferentes sociedades internacionales en el 2008.⁵²

Las CN mayores comprenden muerte cerebral, hemorragia intracraneal, embolia aérea, infarto cerebral, hipertensión intracraneal, encefalopatía hipóxico isquémica, crisis convulsivas y las CN menores aquellas que cursan con déficit motor, visual, auditivo, cognitivo o lesión de nervios periféricos (laríngeo recurrente, vago o frénico)⁵²

La incidencia de CN en niños sometidos a cirugía cardíaca es muy variable y se ha reportado de 2 - 25%^{53, 54}. En un estudio retrospectivo de pacientes sometidos a cirugía cardíaca se encontraron CN en 6.3% los predictores de daño fueron CC complejas y acidosis metabólica postoperatoria.⁵⁵

En un estudio realizado en el 2011, en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” reportaron 53 pacientes con alguna CN de 794 (incidencia 6.7%) en cirugía cardíaca con CEC; de estos 43.4% fueron CN menores: edema cerebral 15 pacientes y crisis convulsivas 8 y 56.6%. CN mayores: evento vascular cerebral (EVC) 13 pacientes, así como encefalopatía hipóxico isquémica (EHI), EVC + EHI y estado epiléptico en 7, 6 y 2 pacientes respectivamente, además de 2 casos de muerte cerebral.⁵⁶

Existen diferencias entre los estudios en cuanto a la definición de las CN, el tiempo de seguimiento y la metodología empleada: aquellos estudios que se limitan al periodo postoperatorio inmediato describen una incidencia de CN del 3 - 20%^{1,2} pero cuando el seguimiento es durante más años o incluyen evaluaciones neuroconductuales o cognitivas varía de 20 - 80%^{1, 2, 57}. Algunos estudios excluyen las complicaciones del sistema nervioso periférico (SNP), que han sido estimadas en 10 - 15%⁵⁸

La identificación de CN perioperatoria en pacientes pediátricos es un reto, este evento considerado como un fenómeno multifactorial, destaca el efecto de la CEC en la cirugía cardíaca como causa de las mismas²⁶, efecto que no es equiparable a aquellos pacientes con cirugía cardíaca sin CEC. Los hallazgos normales en el examen físico y estudios de diagnóstico son poco sensibles para diagnosticar disfunción neurológica a largo plazo además de que los hallazgos normales pueden tener validez predictiva limitada⁵⁹. Del mismo modo, la especificidad en el diagnóstico de los hallazgos postoperatorios tempranos es limitada debido en cierta parte a la habilidad del cerebro neonatal e infantil para resistir y recuperarse de una lesión.

JUSTIFICACION

El Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI atiende a una elevada población de pacientes con CC, se llevan a cabo aproximadamente 260 cirugías al año de las cuales 45% en promedio son con apoyo de CEC.⁷

Las CN en los pacientes con CC operados de cirugía cardíaca con CEC reportados en la literatura comprenden alteraciones en el sistema nervioso central (SNC) 6.7%⁵⁶, sistema nervioso periférico (SNP) y neurodesarrollo hasta 80%.^{1, 2, 57} Debido a que la corrección quirúrgica de las CC por la fisiopatología de la enfermedad se lleva a cabo principalmente en la población menor de 10 años, es evidente que la identificación de CN preoperatorias constituye un gran impacto y repercusión en el desarrollo del sistema nervioso. Sin embargo los hallazgos normales en el examen físico y estudios de diagnóstico son poco sensibles para diagnosticar disfunción neurológica a largo plazo además de que los hallazgos normales pueden tener validez predictiva limitada⁵⁴.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales objetivos del tratamiento quirúrgico de pacientes pediátricos con CC se centra no sólo en el éxito quirúrgico, sino también en mantener una funcionalidad global armónica que permita un desarrollo integral. Las CN mayores y menores postoperatorias con CEC continúan siendo una fuente importante de morbilidad (reportadas en un amplio espectro 6-80%)[1, 53, 54, 55, 56, 57](#) repercutiendo en el desarrollo y calidad de vida de los pacientes.[4](#)

Las CN en los niños con CC constituyen una parte del gran espectro de alteraciones multiorgánicas, algunas de ellas resultantes del período perioperatorio por lo que es trascendental conocer su frecuencia.[1,2](#)

En el Hospital de Pediatría de CMNSXXI se diagnostican y tratan las CN en esta población de pacientes, sin embargo, no hay datos relacionados con la frecuencia ni con los factores de riesgo asociados al periodo perioperatorio de cirugía cardíaca con CEC que provocan CN, por lo que consideramos trascendental la realización del estudio.

Por esta razón es relevante identificar los factores de riesgo de CN de cirugía cardíaca con CEC ya que permitirá en el futuro conocer las causas durante los periodo preoperatorio, transoperatorio y postoperatorio que las desencadenan y así establecer un mejor manejo multidisciplinario estableciendo intervenciones terapéuticas más convenientes y oportunas en niños con CC.

De acuerdo a lo anterior se realiza la siguiente PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

En niños menores de 10 años con cardiopatía congénita postoperados de cirugía cardíaca con CEC en la UMAE Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI:

¿Cuáles son los factores de riesgo para presentar complicaciones neurológicas?

OBJETIVOS

Objetivo general

Identificar los factores de riesgo para CN hasta el egreso hospitalario en menores de 10 años con cardiopatía congénita postoperados de cirugía cardíaca con CEC en la UMAE Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI:

Objetivos específicos:

Período Preoperatorio

- Identificar los factores relacionados con el tipo de CC:
 - Tipo de CC
 - Edad de diagnóstico de CC en el momento de la cirugía.
- Identificar los factores relacionados con el procedimiento quirúrgico :
 - Tiempo transcurrido desde el diagnóstico de CC hasta el momento de la cirugía.
 - Tipo de cirugía: paliativa o correctiva
 - Carácter de la cirugía: urgencia o electiva.

Período Intraoperatorio:

- Factores de riesgo relacionados con CEC:
 - Tiempo de CEC
 - Tiempo de arresto circulatorio
 - Tiempo de pinzamiento aórtico
 - Hipotermia profunda

Período postoperatorio

- Acidosis metabólica por más de 24 horas
- Estancia postoperatoria prolongada en cuidados intensivos

Objetivo secundario:

- Reportar la incidencia de CN

HIPÓTESIS

En niños menores de 10 años con cardiopatía congénita postoperados de cirugía cardíaca con CEC en la UMAE Hospital de pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI, los siguientes son factores de riesgo:

En el Período Preoperatorio:

- Tipo de CC cortocircuito derecha a izquierda³
- Tiempo transcurrido desde el diagnóstico de CC hasta el momento de la cirugía (> de 1 año)⁴
- Cirugía correctiva.¹⁰

- En el Periodo intraoperatorio:

- Tiempo de CEC mayor a 50 minutos²⁷.
- Tiempo de arresto circulatorio > 50 minutos^{28,29}
- Tiempo de pinzamiento aórtico > a 50 minutos.²⁶
- Hipotermia profunda³³

En el Periodo postoperatorio:

- Acidosis metabólica con pH < 7.2 por más de 24 h ⁴³.
- Estancia prolongada en UCIP mayor o igual a 7 días⁴⁴

Hipótesis secundaria:

- La incidencia de CN es menor o igual a la reportada en la literatura (6.7%)⁵⁶

MATERIAL Y MÉTODOS

Por la intervención: Observacional

Por el número de grupos: Analítico

Por el número de mediciones: Transversal

Por el tipo de recolección de la información: Retrolectivo

Por la dirección: Retrospectivo

Lugar donde se realizó el estudio:

En la UMAE Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI de la Ciudad de México, a través de datos obtenidos de las notas de ingreso, evolución, quirúrgica, transanestésica, perfusión, laboratorio y gabinete, terapia Intensiva, neurología, cardiología, rehabilitación y nota de alta; que se encontraron en los expedientes del archivo clínico.

Población de estudio

Pacientes menores de 10 años con CC que sometidos a cirugía cardíaca con CEC en el periodo de 1 diciembre de 2010 al 1 de diciembre de 2014.

Análisis Estadístico

Se analizaron las variables de interés en toda la población. Se llevo a cabo dependiendo de la escala de medición de las variables mediante medidas de tendencia central y de dispersión. Para las cualitativas frecuencias simples y porcentajes, mientras que para las cuantitativas promedio o mediana desviación estándar o rango intercuantílico, de acuerdo con el tipo de distribución aplicando pruebas de normalidad. Para la comparación de variables cualitativas se utilizó la prueba de chi al cuadrado. Se identificaron los factores de riesgo asociados, calculo de Odds Ratio (OR) y su intervalo de confianza al 95%. Se analizaron con el programa SPSS versión 22.0

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes ambos géneros, menores de 10 años.
- Con diagnóstico de CC
- Intervenidos de cirugía correctiva o paliativa con CEC en el Hospital de Pediatría CMN SXXI.
- Cirugías electivas, de urgencia o reintervención

Criterios de no inclusión

- Pacientes con genopatías asociadas
- Alteración neurológica diagnosticada previo a cirugía
- Pacientes con cirugía previa en otro hospital
- Maniobras de reanimación cardiopulmonar mayores a 10 minutos.

Criterios de eliminación

- Expedientes con notas médicas incompletas
- Defunción durante el acto quirúrgico

Tipo de muestreo:

No probabilístico, por conveniencia de casos consecutivos que se cumplieron los criterios de selección.

Tamaño de la muestra:

$$n = z^2 (PQ) / d^2_{53}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

z = es el valor de la desviación normal, igual a 1.96 para un nivel de significancia del 5%

P = Prevalencia de la característica en la población (6.7 según lo reportado por Cruz

Reyes cols [60](#)

$Q=1-P$

d = precisión (en cuanto se aleja la muestra del verdadero porcentaje del universo).

$$n = 1.96 (6.7 \times 0.4) / 5^2$$

De acuerdo a la fórmula anterior, se obtienen 41 pacientes con un 20% de pérdidas se obtiene un total de 50 pacientes por cada período de estudio según lo reportado por Cruz Reyes cols.⁵⁰

Por cada uno de los períodos (5 en total), representa una muestra total de 250 pacientes.

VARIABLES

- Variable dependiente: Complicación neurológica
- Variables independientes:

PERIODO PREOPERATORIO

- Relacionadas con el paciente: tiempo que transcurre para realizar la cirugía a partir del diagnóstico, tipo de CC
- Relacionado al tipo de CC, tipo y carácter de cirugía.

PERIODO INTRAOPERATORIO

- Tiempo de CEC, tiempo de arresto circulatorio, tiempo de pinzamiento aórtico, hipotermia, tiempo anestésico

PERIODO POSTOPERATORIO

- Acidosis metabólica, tiempo de estancia en cuidados intensivos

Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Nivel de medición	Unidad de medición
Complicación neurológica Mayor ⁵²	Daño en el sistema nervioso central (tejido cerebral) por los diferentes mecanismo asociados (hipoxia, trombosis, reperfusión)	Se tomo del expediente clínico en base a la exploración neurológica y a los estudios de imagenología	Cualitativa	Dicotómica	- SI / NO
Complicación neurológica menor ⁵²	Daño en el sistema nervioso periférico (medula espinal, nervios periféricos) asociado a déficit motor, visual, auditivo, cognitivo	Se tomo del expediente. Con base en la exploración neurológica postoperatoria el hallazgo de una o más características, en un paciente sin el hallazgo en la exploración preoperatoria se considerará como alteración	Cualitativa	Dicotómica	- SI / NO

Variables Independientes

PREOPERATORIO

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Nivel de medición	Unidad de medición
Tiempo de diagnóstico de CC a la realización de la cirugía ³	Periodo comprendido desde el diagnóstico de la CC a la realización de la cirugía (paliativa o correctiva)	Se tomo del expediente clínico	Cualitativa	Dicotómica	≥360 días ≤ 360 días
Tipo de cirugía ⁴	De acuerdo a las características clínicas del paciente dependerá del objetivo de reparación de las alteraciones anatómicas y fisiológicas de la cardiopatía (correctiva), o paliativo para mejorar la función cardíaca si el estado del paciente no lo permite.	Se tomo de hoja de programación quirúrgica	Cualitativa	Dicotómica	- Correctiva - Paliativa
Carácter de cirugía ¹⁰	Dependerá si la cirugía es programada de forma electiva o urgente de acuerdo severidad del estado clínico del paciente.	Se tomo de hoja de programación quirúrgica	Cualitativa	Dicotómica	- Electiva - Urgencia
Cardiopatía congénita Cortocircuito de derecha a izquierda ^{5,8}	La malformación estructural provoca que la sangre de las cavidades cardíacas derechas vaya a las izquierdas y se crea un cortocircuito donde la sangre no oxigenada fluye desde el ventrículo izquierdo por lo que causan cianosis, y/o hipoflujo pulmonar	Es el tipo de cardiopatía con cortocircuito de derecha a izquierda. Se tomo de la nota de ingreso de cardiología - Tetralogía de Fallot - Trasposicion de grandes arterias - Ventrículo único	Cualitativa	Nominal	Se asigno el número 1
Cardiopatía congénita con cortocircuito de izquierda a derecha ^{5,8}	Cardiopatías con cortocircuito de izquierda a derecha en las cuales generalmente existe cianosis pues la sangre que sale del ventrículo izquierdo por la aorta se encuentra generalmente saturada, dependiendo del tamaño del defecto pueden causar hipertensión e hiperflujo pulmonar. Puede ser causada por lesión obstructiva.	Es el tipo de cardiopatía con cortocircuito de izquierda a derecha. Se tomo de la nota de ingreso de cardiología - Nivel auricular: CIA, CATVP - Nivel ventricular: CIV - Grandes arterias PCA, ventana aortopulmonar, tronco arterioso - Nivel coronario: OACI	Cualitativa	Nominal	Se asigno el número 2

TRANSOPERATORIO					
Tiempo de CEC ²⁷	Periodo comprendido, donde el sistema artificial en el cual la circulación total, es derivada en forma externa y temporal a un sistema de bombas y oxigenadores al espacio intravascular. Su uso es en cirugías correctivas intracardiacas y el tiempo recomendado no mayor de 90 min.	Se tomo el tiempo referido en la nota transanestésica del expediente clínico	Cualitativa	Dicotomica	≥ 50 minutos ≤ 50 minutos
Arresto circulatorio ^{28, 29}	Paro cardíaco inducido durante la cirugía cardiaca con CEC mediante el uso de soluciones cardioplégicas e hipotermia profunda (18 - 24°C). El tiempo recomendado es menor a 50 min.	Se tomo el tiempo referido en la nota transanestésica del expediente clínico	Cualitativa	Dicotomica	≥ 50 minutos ≤ 50 minutos
Tiempo de Pinzamiento ²⁶	Periodo comprendido durante la cirugía cardiaca se pinza la aorta, ocluyendo el flujo a través de la aorta ascendente. El tiempo recomendado es menor a 85 minutos	Se tomo el tiempo referido en la nota transanestésica del expediente clínico	Cualitativa	Dicotomica	SI / NO
Hipotermia ³³	Disminución de la temperatura del cuerpo por debajo de los límites de la normalidad.	Fue recolectada del registro anestésico tomada del termómetro esofágico, durante DCP, del expediente clínico	Cualitativa	Dicotomica	≥ 24 °C ≤ 24 °C
POSTOPERATORIO					
Estancia prolongada unidad de cuidados intensivos ⁴³	Período durante el cual se requiere suministro de soporte vital o de soporte a los sistemas orgánicos en los pacientes que están críticamente enfermos y requieren supervisión y monitorización intensiva	Se tomo del expediente clínico ≥ 8 días	Cualitativa	Dicotomica	SI / NO
Acidosis metabólica ⁴⁴	Transtorno del equilibrio acido base caracterizados por el incremento en la acidez del plasma sanguíneo debido a un aumento de hidrogeniones.	Se tomo de registro de controles gasométricos postoperatorios pH ≤ 7.2	Cualitativa	Dicotomica	SI / NO

VARIABLES DEMOGRÁFICAS

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Nivel de medición	Unidad de medición
PREOPERATORIO					
Edad	Tiempo que una persona ha vivido desde que nació	Se obtuvo del expediente	Cuantitativa	Discreta	Días
Género	Identificación según características anatómicas sexuales	Se obtuvo del expediente	Cualitativa	Dicotómica	- Masculino - Femenino
Diagnóstico Nutricional ¹⁷	Situación que abarca conjuntos de interacciones de tipo biológico, psicológico y social que se expresan con indicadores para su evaluación en el que se correlaciona peso y estatura del paciente y se estiman proporciones corporales asociadas al estado nutricional.	Se obtuvo del expediente en nota de ingreso. Escala de Waterlow - Normal - Desnutrición aguda - Desnutrición crónica - Desnutrición crónica agudizada - Obesidad	Cualitativa	Dicotomica	- Desnutrido - No desnutrido
Desarrollo Psicomotor ²²	Hitos del desarrollo motores y psicológicos normales para la edad.	Se obtuvo de la nota de pediatría y/o servicio de rehabilitación Denver II: Desarrollo Normal - Alteración motor grueso, motor fino, lenguaje, personal social. Retraso global	Cualitativa	Dicotómica	- Normal - Alterado

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Procedimiento

Se incluyeron a los pacientes comprendidos en el periodo de diciembre del 2010 al 2014 sometidos a cirugía cardíaca con CEC en el censo de quirófano, de acuerdo a los criterios de selección y se obtuvieron los siguientes datos del expediente anotando en la hoja de recolección de datos: género, peso, talla y estado nutricional de la nota de ingreso de pediatría (el día previo a la cirugía), de la nota de cardiología el tipo de cardiopatía además del tiempo de evolución de la misma y de la nota quirúrgica se restó el tiempo para conocer el periodo del diagnóstico a la cirugía. De la nota de prequirúrgica se obtuvo el plan quirúrgico paliativo o correctivo de urgencia o electivo. En los pacientes con CC sometidos a CEC se obtuvo del registro de anestesiología de la temperatura mínima durante la CEC; de la hoja de registro de perfusión se anotaron los siguientes tiempos: CEC, arresto circulatorio y pinzamiento aortico. Durante la estancia del paciente en UCI se obtuvieron valores de los controles gasométricos para la evaluación del equilibrio ácido base durante las primeras 48 hr del postoperatorio y se anotaron los días hasta el alta de su unidad; se indagó acerca de eventos de paro cardiorrespiratorio o CN mayor y/o menor la asentadas en notas de evolución por el servicio tratante, rehabilitación o pediatría ante el hallazgo reportado.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este protocolo se realizó con apego a los principios éticos establecidos en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos con enmienda realizada en abril del 2014.

De acuerdo con lo estipulado en el título segundo, capítulo I, artículo 17 fracción I, este estudio corresponde a una investigación con riesgo mínimo debido al uso de confidencialidad del expediente clínico, no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio y se utilizaron datos que se obtuvieron de la revisión de expedientes clínicos. Debido a lo anterior no fue necesario solicitar consentimiento informado por escrito.

En todo momento se garantizó la confidencialidad de la información derivada de los expedientes analizados.

RECURSOS PARA EL ESTUDIO

Recursos humanos:

- Médico Residente de anestesia pediátrica.

Recursos materiales

- Hoja de recolección de datos
- Hoja de registro anestésico
- Expediente clínico
- Hoja de registro de perfusión durante CEC.
- Computadora
- Impresora
- Hojas blancas de papel bond
- Lápiceros

El presente estudio no requirió de recursos financieros o material adicional.

RESULTADOS

De diciembre del 2011 a diciembre 2014 se realizaron 423 cirugías cardíacas con CEC en pacientes pediátricos en el Hospital de Pediatría del Seguro Mexicano del Seguro Social CMN Siglo XXI. Se incluyeron un total de 232 pacientes. No se incluyeron 171 pacientes por incumplir los criterios, no se eliminaron ni perdieron pacientes en su análisis (Figura 1).

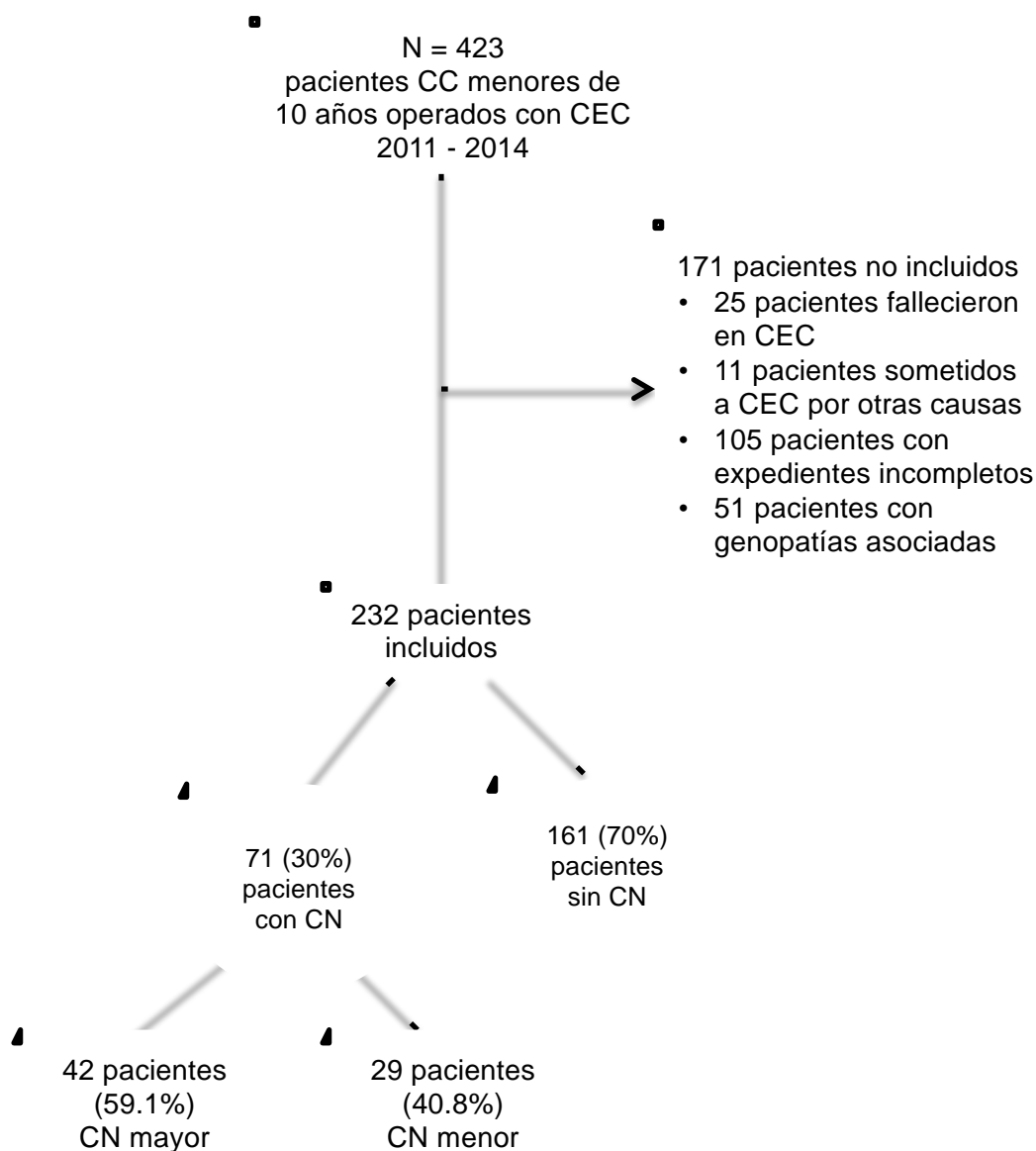


Figura 1: Flujo de pacientes quirúrgicos con CEC pediátricos Hospital de Pediatría CMN SXXI. durante el periodo de diciembre 2011 a 2014, no incluidos, incluidos, división por complicación (donde CC = Cardiopatía Congénita, CEC = Circulación extracorpórea y CN = Complicación neurológica).

Las características generales de las variables demográficas de los pacientes estudiados se representa en la tabla 1. De acuerdo al grupo etario el mayor numero de pacientes evaluados fue el grupo de 1 a 3 años (37.9%).

Variable	n = 232	(%)
Edad		
1 a 3 años	88	(37.9)
Género		
Masculino	121	(52.2)
Diagnóstico nutricional		
No desnutrición	123	(53)
Tipo de Cardiopatía		
Cortocircuito de izquierda a derecha	134	(57.8)
Tipo de cirugía		
Correctiva	183	(78.9)
Carácter de cirugía		
Electiva	223	(96.1)

Los valores de los factores de riesgo de las variables cuantitativas asociadas se describen en la tabla 2.

Variable	Mediana (días)	Rango intercuantílico (p 25 – 75)
Días de vida al diagnóstico	30	3-120
Días de vida al procedimiento quirúrgico	450	90-930
Tiempo de CEC	97	68-136
Tiempo de pinzamiento aórtico	42	21-67
Hipotermia	25	20-28
UCIP DIAS	5	2-14

No se encontró diferencia al comparar la distribución de grupos por edades entre los pacientes con CN de aquellos que no la tuvieron ($p= 0.0551$). En relación al género tampoco se obtuvo diferencia ($p= 0.0559$).

En el análisis de las variables en el grupo CN contra no CN se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Variables según el grupo de estudio					
Variable	Grupo n (%)	CN n= 71(%)	SIN CN n= 161(%)	p*	OR, IC 95%
Tipo de Cardiopatía	232	33 (46.5)	101 (62.7)	0.010	1.938 (1.101 – 3.411)
Cortocircuito DI		38 (53.5)	60 (37.3)		
Cortocircuito ID					
Tiempo de diagnóstico Mayor de 1 año	137 (59)	35 (49.2)	102 (63.3)	0.045	1.778 (1.011 – 3.129)
Tipo de cirugía	184 (79)	52 (73.2)	131 (81.3)	0.169	0.627 (0.324 - 1.211)
Correctiva					
Tiempo de CEC > 50 min	200 (86)	58 (81)	142 (88)	0.348	1.29 (0.546 – 3.075)
Tiempo pinzamiento > 50 min	96 (41)	30 (42)	66 (40)	0.032	0.949 (0.530 – 1.670)
Arresto circulatorio > 50 minutos	58 (25)	26 (36)	32 (20)	0.007	0.429 (0.231- 0.797)
Hipotermia Profunda	97 (42)	41 (57)	56 (35)	0.001	2.56 (1.447- 4.539)
Acidosis metabólica pH < 7.2	105 (45)	49 (70)	56 (35)	0.000	4.176 (2.295 – 7.598)
Estancia prolongada UCIP >= 7 días	86 (37)	45 (63)	41 (25)	0.000	0.197 (0.108- 0.359)

* prueba X2

Los valores de p estadísticamente significativos correspondieron a tiempo de diagnóstico mayor aun año, tiempo de pinzamiento mayor a 50 minutos, arresto circulatorio mayor de 50 minutos, hipotermia profunda, acidosis metabólica Y estancia prolongada en UCIP.

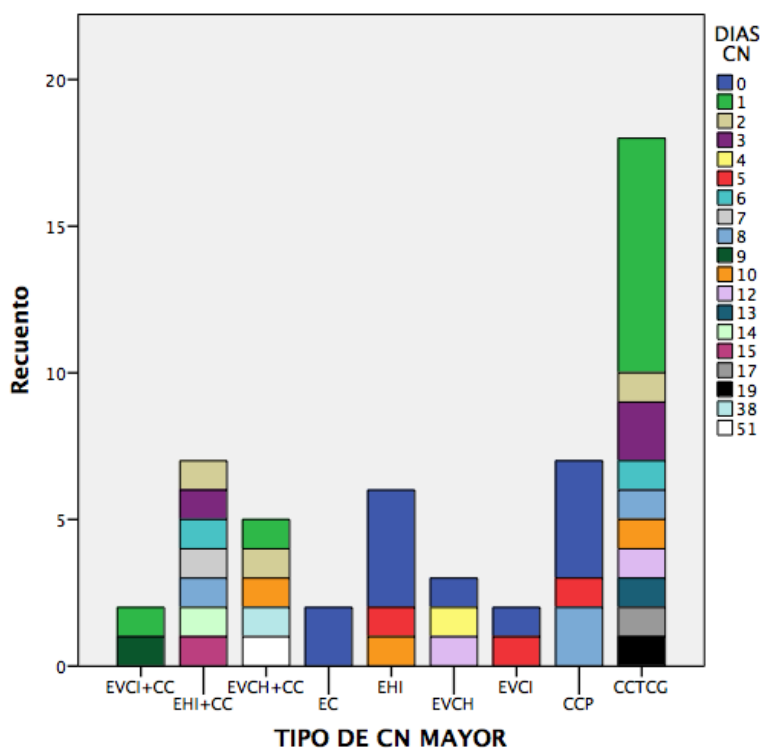
Se analizaron otras variables de interés, de estos considerados, ninguno fue estadísticamente significativo.

Tabla 4. Otras Variables de interés durante el estudio			
Variable	n	p*	OR, IC 95%
Tiempo anestésico > 300 min	26	0.187	0.671 (0.371 – 1.21)
Técnica anestésica AGB	50	0.335	0.736 (0.393– 1.376)
Defunción y CN	16	0.422	1.32 (0.666 – 2.631)

* prueba de X2

Los media de los días para la presencia de CN mayor fue de 1.4 días. ($DS \pm 5.141$), su distribución de acuerdo al tipo de complicación y el día de aparición de la CN se muestra en la gráfica 1.

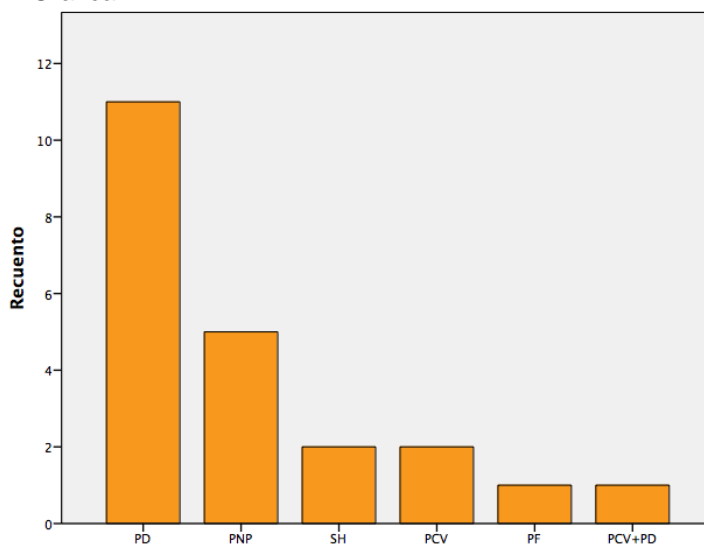
Grafica 1



Grafica 1. Distribución de acuerdo al tipo de complicación y el día de aparición de la CN. EVCI + CC = EVC isquémico + crisis convulsivas, EHI + CC = Encefalopatía hipóxico isquémica + crisis convulsivas, EVCH + CC = EVC hemorrágico + crisis convulsivas, EC = Edema cerebral, EHI = Encefalopatía hipóxico isquémica, EVCH = EVC hemorrágico, EVCI= Evento Vascular Cerebral isquémico, CP = Crisis convulsivas parciales, CCTCG= Crisis convulsivas generalizadas.

18 pacientes presentaron CCTG, 50% de las CN se presentaron durante las primeras 48 h del posoperatorio, la complicación más tardía el día 51 fue EVCH + CC. Acerca de las CN menores se encontró la distribución descrita en la gráfica 2.

Grafica 2



Gráfica 2. Distribución de CN menores. PD = Parálisis diafragmática, PNP = Parálisis de nervio periférico, SH = Síndrome de Horner, PCV = Parálisis de cuerda vocal, PF = Parálisis facial, PCV + PD = Parálisis de cuerda vocal + parálisis diafragmática

DISCUSION

Debido a que el diagnóstico y tratamiento de los pacientes con cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca con CEC requiere de considerar pautas que mejoren sus condiciones clínicas postoperatorias, el motivo de este trabajo fue evaluar los factores de riesgo en los períodos pre, trans y postoperatorios relacionados a CN de diciembre del 2011 a 2014 en el Hospital de Pediatría de Centro Médico Siglo XXI.

Dentro de las complicaciones neurológicas se establecen dos grupos bien diferenciados, con una base etiopatogénica y características clínicas distintas: las complicaciones del SNP, mayoritariamente de origen traumático, y las complicaciones del SNC, cuya etiología es multifactorial y muchas veces incierta.

En el presente estudio se encontraron 71 pacientes cursaron con CN en cirugía cardíaca con CE representando el 30% de la población. Para CN mayores se reporta una incidencia del 18%, cifra por encima de la reportada en nuestro país del 6.7%⁵⁶. La incidencia de CN mayor publicada es muy variable, probablemente influida por los diferentes criterios para definir una u otra complicación y por el carácter retrospectivo o prospectivo de los estudios, oscilando entre un 6 y 16%^{53, 57}. En estudios españoles se reporta una incidencia tan baja como 1,9%⁵⁴ que son concordantes con los publicados en el 2002 por Menache et al., en una serie de 706 pacientes del Hospital Pediátrico de Boston¹. En nuestro estudio se encontró una incidencia de 12.5% de CN menores similares a lo reportado en la literatura^{1, 59}.

Por su importante valor pronóstico, su interesante fisiopatología y la posibilidad de establecer medidas preventivas o de diagnóstico precoz, estudiamos más profundamente los factores de riesgo relacionados a CN.

Las CC complejas son un común en nuestra unidad debido a que es un hospital de referencia, las CC que causan cortocircuito de izquierda a derecha son las más frecuentes en nuestro país, semejante a lo reportado por Calderon y cols⁶. La distribución por género masculino es uniforme a la comentada en la literatura⁵. La edad a la cual se someten los pacientes a cirugía correctiva o paliativa abarca un periodo muy amplio: desde el nacimiento a los 9 años, el porcentaje de la muestra por grupo etareo corresponde a neonatos 16.4%, lactantes 48.7%, preescolares 30.2%, escolares 4.7%. Los pacientes reintervenidos con CEC comprende el 6%.

Para obtener los factores de riesgo relacionado a CN, se compararon 2 grupos de estudio: con CN y sin CN.

Por edad pediátrica se encontro del total de CN (n=71) neonatos (19.7%), lactantes (54.9%), preescolares (22.5%) y escolares (1.8%). Lo reportado en la literatura se refiere mayor riesgo para CN en la etapa neonatal por la mayor

inmadurez del sistema nervioso, aunque es un tema aún en debate como consecuencia a la capacidad de regeneración y neuroplasticidad¹³.

Con respecto al diagnóstico nutricional no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, los hallazgos a este respecto difieren de lo reportado en la literatura que sugiere a la desnutrición del paciente con CC como una variable de causalidad de alteraciones neurológicas¹⁶.

Las alteraciones neurológicas previas secundarias a hipoxia se describen frecuentemente en los niños con CC^{14-16, 18, 19}, en la muestra de estudio 50% de la pacientes presento deterioro en uno o mas hitos de desarrollo por escala de Denver previo a la realización de la cirugía, asociación ya establecida por Brown¹²

El tipo de cardiopatía juega un papel importante para el desarrollo de las CN asociado principalmente a su fisiopatología, el tipo de cortocircuito de derecha izquierda que causa cianosis es el más frecuente asociado a las mismas³, nuestros resultados correlacionan con lo descrito en la literatura.

El tiempo de diagnóstico y envío a tercer nivel de atención debe ser oportuno para un protocolo de atención adecuado, gracias al advenimiento de metodos de diagnóstico se ha facilitado su diagnóstico: un ejemplo es la ecocardiografía, la evaluación desde la vida fetal permite identificar alteraciones anatómicas, por otro lado la tomografía axial se utiliza en el diagnóstico de patologías que antes requerian un cateterismo cardíaco.²³ Las CC son un importante problema de salud publica en nuestro país, incluso se desconoce la prevalencia real de las mismas, la información de la que se dispone es por su repercusión e importancia; en el 2010 se reporto como la segunda causa de mortalidad en menores de un año y en la tercer causa en niños de 1 a 4 años. La mortalidad total de la población pediátrica menor de 10 años del 2004 al 2007 fue de 15 548 pacientes (83% corresponde a menores de 1 año)⁶¹. En nuestro país existe un problema de regionalización para centros de referencia de envío en este grupo de pacientes, se han propuesto un modelo por Calderón – Colmenero⁶ en el 2010 que tiene como objetivo la racionalización de los recursos con énfasis en los servicios médicos de alta especialidad con la finalidad de lograr un mejor resultado en este contexto; desafortunadamente en la actualidad aún persiste el gran problema de rezago en diferentes esferas en nuestro país per se de las comunidades más alejadas.

La mediana de diagnóstico de CC en la muestra fue de 30 días hasta un máximo de 3.5 años. La periodicidad del diagnostico a la realización de la cirugía tuvo una mediana de 450 días, sin embargo no se encontró una asociación entre este y CN, lo cual puede ser explicado debido a que el paciente con CC e hipoflujo pulmonar, crea “tolerancia” a los bajos niveles crónicos de oxígeno que es un fenómeno frecuente durante el procedimiento quirúrgico²³. El tipo de cirugía (correctiva/ paliativa) no se relacionó como factor de riesgo para CN, probablemente asociado a que la cirugía correctiva es el tipo de abordaje en el 79% de los pacientes.

El período intraoperatorio constituye un momento de mayor riesgo para lesión neurológica. Durante la cirugía, el daño sobre el SNC se produce fundamentalmente por los fenómenos de isquemia-reperfusión y los eventos embólicos principalmente relacionados a CEC. En éste estudio no se demostró que exista una relación de CN con el tiempo de CEC estadísticamente significativa, con lo cual desecharmos la hipótesis de asociación de CN con CEC > a 50 minutos, sin embargo cuando se realiza el análisis con un tiempo de CEC >100 minutos se obtuvo una relación estadísticamente significativa $p = 0.046$ (OR= 1.836 con IC 95% 1.042 – 3.234). Esto ya había sido sugerido previamente en otros estudios, tanto en niños como en adultos^{26, 59}. El tiempo de CEC puede verse prolongado por múltiples razones que, a su vez, pueden contribuir por sí mismas al daño cerebral, la más relacionada a ello es la complejidad de la propia cirugía; en nuestra serie, similares equipos quirúrgicos (cirujano, anestesiólogo, perfusionista, médicos de cuidados intensivos) son equiparables en los últimos 5 años, los tiempos medios de cirugía y anestesia de la muestra total son iguales que los observados en otros estudios. Las causas habituales de prolongación del tiempo de CEC y/o de pinzamiento son: problemas quirúrgicos, fallas técnicas de los equipos y la dificultad para la salida de la bomba.

Los trastornos metabólicos adquiridos del sistema nervioso comprenden todas aquellas manifestaciones neurológicas que son consecuencia de un trastorno de la homeostasis del organismo o del fallo de otros órganos, la persistencia de la alteración metabólica, junto con su intensidad pueden determinar una lesión orgánica neurológica por lo que su reconocimiento precoz y corrección adquieren un gran valor pronóstico⁶². Las alteraciones metabólicas que ocasionan sintomatología neurológica pueden subdividirse en trastornos de la termorregulación (hipertermia/hipotermia), alteración de aporte de nutrientes (hipoxia/hipoglucemia), retención de metabolitos (hipercapnia), alteraciones hidroelectrolíticas (Na, K, P, Ca, Mg), falla orgánica mayor, deficiencias nutricionales y aquellas generadas por fármacos o sus metabolitos. Entre las alteraciones mencionadas, las alteraciones hidroelectrolíticas durante la CEC o postoperatorio, pueden asociarse directa o indirectamente al fenómeno presentado, sin embargo el diseño retrospectivo del estudio no nos permite extraer datos de eventos perioperatorios más sutiles que no hayan sido comentados en las notas médicas o resultados de los exámenes del expediente.

Los otros factores de riesgo durante la CEC asociados a CN, al igual que los reportados en otros estudios fueron estadísticamente significativos: El tiempo de pinzamiento aórtico > 50 minutos²⁶, arresto circulatorio > 50 minutos^{28,29} e hipotermia profunda³³ siendo el último solo estadísticamente significativo, que ha sido encontrado en otros estudios como el estudio de Boston²⁷, sin embargo no puede establecerse como factor de riesgo de una asociación directa en el diseño de este estudio. La mortalidad durante la CEC en la serie fue de 6% de la muestra total (N) de diciembre

2011 a 2014.

El manejo postoperatorio en la unidad de cuidados intensivos (UCI) juegan un papel vital en la evolución, mortalidad, sobrevida y comorbilidades en el postoperatorio del paciente con CC con CEC^{43, 44}. La estancia en UCI en nuestra serie tuvo una mediana de 5 días (rango intercuartilico de 2 a 14 días), entre otros factores atribuido a la extubación temprana que se realiza en 13% de los pacientes antes de salir de quirófano y 52% durante las primeras 48 horas. Para fines de nuestro estudio las variables relacionadas como factor de riesgo, acidosis metabólica durante las primeras 24 horas durante el postoperatorio se considero como factor de riesgo, mientras que una estancia prolongada en UCIP > de 7 días no se fue estadísticamente significativa. Parece lógico pensar que la presencia de una complicación, como las del SNC, que frecuentemente requieren la realización de nuevas pruebas complementarias o la instauración de nuevos tratamientos, esté asociada con una mayor estancia en UCI y a un mayor consumo de recursos. Sin embargo, a la hora de analizar los datos, resulta difícil discernir entre la influencia de la CN en sí mismo de aquellos eventos transoperatorios y prolongar la estancia en UCI de forma independiente.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la duración mayor de 1 año del diagnóstico a la realización de la cirugía, CC con cortocircuito de derecha a izquierda, hipotermia profunda durante la CEC y acidosis metabólica con $\text{pH} < 7.2$ por más de 24 h del postoperatorio, constituyen factores de riesgo para presentar complicaciones neurológicas en los pacientes con CC menores de 10 años sometidos a cirugía cardíaca con CEC.

La incidencia de CN en la UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI es de 30% (CN mayores 18%, CN menores 12.5%)

LIMITANTES DEL ESTUDIO

- Debido al diseño del estudio solo es posible identificar cuales son posibles factores de riesgo sin embargo es necesario realizar estudios posteriores que identifiquen el grado de asociación con cada factor.
- No fue posible documentar la medición de tiempo de enfriamiento y recalentamiento durante la CEC, así como el uso de PBF durante la misma, (mencionados con factores de riesgo de CN en la literatura) debido a que estos datos no se registran de rutina en la hoja de perfusión.
- No se recolectaron las alteraciones metabólicas y/o hidroelectrolíticas que podrían desencadenar CN debido a que se encontraron notas incompletas, solo se documentó en aquellos pacientes con CN no cursaron con alteraciones metabólicas graves reportadas. Se requiere un protocolo con este diseño para su evaluación explícita.
- Debido a que se trata de un estudio retrospectivo se cuenta con la limitación de la evaluación de CN postoperatorias (UCI y hospitalización al egreso), durante la recolección de datos se observó la aparición de MAP, aunque no se reportan de manera cotidiana.
- No se realizan de rutina estudios de imagen o interconsultas en todos los pacientes que presentan alguna CN, y en la mayoría de los casos no se describe un seguimiento en el expediente.

OPORTUNIDADES DEL ESTUDIO.

Nuestro estudio ha puesto de manifiesto varias cuestiones de interés.

- Abre pie a un estudio de causalidad sobre factores neuroprotectores durante la CEC (fármacos anestésicos o medicamentos estabilizadores de la membrana neuronal).
- Realización de estudios que establezcan la frecuencia de alteraciones neuroconductuales a largo plazo (8 a 15 años) posterior a cirugía cardíaca con CEC con una escala validada.
- Validación de una escala para la evaluación del desarrollo psicomotor en CC y un protocolo de valoración pre y postoperatoria estandarizada en los pacientes con CC y los síndromes asociados.
- Es urgente la atención de un programa de regionalización en los pacientes con CC para su diagnóstico y tratamiento oportunos.
- Lo anterior se resume en tres preguntas: ¿Podemos prevenir las complicaciones neurológicas y sus secuelas? ¿Podemos diagnosticarlas precozmente? ¿Podemos dar un tratamiento de rehabilitación oportuno?

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Fecha proyectada

Fecha realizada

Año	2014							2015								
	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept
Delimitación del tema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>													
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>											
Revisión Bibliográfica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elaboración del protocolo			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
Solicitud y aprobación por Comité Local de Invest.						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>									
									<input checked="" type="checkbox"/>							
Recolección de datos										<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
										<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Organización del grupo de trabajo										<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
											<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Análisis estadístico de resultados											<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
													<input checked="" type="checkbox"/>			
Elaboración de tesis y publicación de artículo												<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

BIBLIOGRAFÍA

1. Menache C, Du Plessis A, Wessel D, Jonas R, Newburger J. Current incidence of acute neurologic complications after open-heart operations in children. *Ann Thorac Surg*. 2002; 63: 1752-8.
2. Wernovsky G, Shillingford A, Gaynor J. Central nervous system outcomes in children with complex congenital heart disease. *Curr Opin Cardiol*. 2005; 94-99.
3. Limperopoulos C, Du Plessis AJ. Neurological manifestations of congenital heart disease and cardiac surgery in children. Cap 4 et al: Aminoff MJ, editor. *Neurology and general medicine*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, Elsevier. 2008 pp. 61-74
4. Limperopoulos C, Majnemer A, Shevell MI, Rohlicek C, Rosenblatt B, Tchervenkov C et al. Predictors of developmental disabilities after open heart surgery in young children with congenital heart defects. *J Pediatr*. 2002; 141: 51–58.
5. Quero M, Díaz G, Piñeros D. Clasificación de las cardiopatías congénitas. *Cardiología Pediátrica*. SCC, Mc Graw Hill 2003; 246-247.
6. Calderón J, Cervantes J, Curi P, Ramírez S. Problemática de las cardiopatías congénitas en México. Propuesta de regionalización. *Arch Cardiol Mex*. 2010; 80(2):133-140
7. Hospital de Pediatría. UMAE CMN SXXI. Archivo quirófano y cardiología pediátrica.
8. Chowdhury D. Pathophysiology of congenital heart diseases. *Annals of cardiac anaesthesia*, 2007;10 (1), 1 – 26.
9. Norwood WI, Pigott JD. Recent advances in congenital cardiac surgery. *Clin Perinatol* 1988; 15:713-719.
10. Arciniegas E, Farroqui ZQ, Hakimi M y cols. Classic shunting operations for congenital cyanotic heart defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982; 84:88.
11. Blalock A, Taussig HB. The surgical treatment of malformations of heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA*. 1945; 128-129.
12. Brown M, Wernovsky G, Mussatto K. Long- term and developmental outcomes of children with complex congenital heart disease. *Clin Perinatol*. 2005; 32:1043–1057
13. Miller G, Vogel H. Structural evidence of injury or malformation in the brains of children with congenital heart disease. *Semin Pediatr Neurol* 1999; 6:20–6.
14. Newburger JW, Silbert AR, Buckley LP, Fyler DC. Cognitive function and age at repair of transposition of the great arteries in children. *N Engl J Med*. 1984; 310:1495–9
15. Mahle WT, Tavani F, Zimmerman RA, et al: An MRI study of neurological injury before and after congenital heart surgery. *Circulation*. 2002; 106-109.
16. Dávila S, Ordóñez A, Mondragón M. Factores asociados a la desnutrición en los niños con cardiopatías congénitas 2007; 74(5), 230-233.
17. Waterlow JC, Scrimshaw NS. The concept of Kwashiorkor from a public health point of view. *Bull World Health Organ* 1957; 16(2): 458-464.
18. Licht DJ, Wang J, Silvestre DW, et al. Preoperative cerebral blood flow is diminished in neonates with severe congenital heart defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 128:841.
19. Mito T, Pereyra PM, Becker LE. Neuropathology in patients with congenital heart disease and Down syndrome. *Pediatr Pathol* 1991;11:867–77.
20. Antshel KM, Conchelos J, Lanzetta G, et al. Behavior and corpus callosum morphology relationships in velocardiofacial syndrome (22q11.2 deletion syndrome). *Psychiatry Res* 2005; 138:235 – 45.
21. Zalzstein E, Moes CA, Musewe NN, et al. Spectrum of cardiovascular anomalies in Williams- Beuren syndrome. *Pediatr Cardiol* 1991;12:219–23.
22. Limperopoulos C, Majnemer A, Shevell MI, et al. Neurodevelopmental status of newborns and infants with congenital heart defects before and after open heart surgery. *J Pediatr* 2000; 137:638 – 45
23. Majnemer A, Limperopoulos C, Shevell M, Rohlicek C. Gender differences in the developmental outcomes of children with congenital cardiac defects. *Cardiology in the Young* 2012; 22(5): 514-519.
24. Barnes KE, Stark A. The Denver Development Screening Test. A normative study. *American Journal of Public Health*. 1975;65(4):363-369.
25. Castañeda A. Introducción en Lengerich G. *Circulación extracorpórea en teoría y práctica*. Barcelona: Pabst Science Publisher, 2003:13-14
26. Suarez L, García A, Suárez J. Lesiones neurológicas durante la circulación extracorpórea: fisiopatología, monitorización y protección neurológica. *Med Intensiva* 2002;26(6):292-303
27. Wypij D, Newburger JW, Rappaport LA, et al. The effect of duration of deep hypothermic circulatory arrest in infant heart surgery on late neurodevelopment: the Boston circulatory arrest trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1397–403.
28. Dexter F, Hindman B: Theoretical analysis of cerebral venous blood hemoglobin oxygen saturation as an

- index of cerebral oxygenation during hypothermic cardiopulmonary bypass. *Anesthesiol* 1995; 83:405- 411
29. Bellinger DC, Jonas RA, Rappaport LA, et al. Developmental and neurologic status of children after heart surgery with hypothermic circulatory arrest or low-flow cardiopulmonary bypass. *N Engl J Med* 1995;332:549–55.
 30. Beca J, Gunn JK, Coleman L, et al. New white matter brain injury after infant heart surgery is associated with diagnostic group and the use of circulatory arrest. *Circulation* 2013; 127: 971 – 977
 31. Du Plessis AJ. Cerebral hemodynamics and metabolism during infant cardiac surgery. Mechanisms of injury and strategies for protection. *J Child Neurol* 1997; 12:285 - 291
 32. Levin DA, Seay AR, Fullerton DA, et al. Profound hypothermia with alpha-stat pH management during open-heart surgery is associated with choreoathetosis. *Pediatr Cardiol* 2005; 26:34- 39.
 33. Nathan HJ, Polls T. The management of temperature during hypothermic cardiopulmonary bypass: 2. Effect of prolonged hypothermia. *Can J Anaesth* 1995; 42:672 - 76
 34. Jonas RA, Wypij D, Roth SJ, et al. The influence of hemodilution on outcome after hypothermic cardiopulmonary bypass: results of a randomized trial in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126:1765-70
 35. Hfvls-Gqrich HH, Seghaye MC, Schnitker R, et al. Long-term neurodevelopmental outcomes in school-aged children after neonatal arterial switch operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124:448 – 58
 36. Moody D, Bell M, Challa V, et al. Brain microemboli during cardiac surgery or aortography. *Ann Neurol* 1990; 28:477-83
 37. Kinney HC, Panigrahy A, Newburger JW, et al. Hypoxic-ischemic brain injury in infants with congenital heart disease dying after cardiac surgery. *Acta Neuropathol (Berl)* 2005; 110:563 -67
 38. Christenson JT, Sierra J, Didier D, et al. Repair of aortic coarctation using temporary ascending to descending aortic bypass in children with poor collateral circulation. *Cardiol Young* 2004; 14:39 – 43
 39. Bodur H, Eser F, Dedeoğlu M. Nontraumatic Focal Neuropathies: Distribution and Retrospective Analysis of the Cases. *Turk J Phys Med Rehab* 2012;58:114-22
 40. Liu XY, Wong V, Leung M: Neurologic complications due to catheterization. *Pediatr Neurol* 2001; 24:270 - 75.
 41. Hwang MS, Chu JJ, Su WJ: Diaphragmatic paralysis caused by malposition of chest tube placement after pediatric cardiac surgery. *Int J Cardiol* 2005; 99:129- 34
 42. Newburger JW, Wypij D, Bellinger DC, et al. Length of stay after infant heart surgery is related to cognitive outcome at age 8 years. *J Pediatr* 2003;143:67–73.
 43. Baño R, Dominguez F, Pineda L. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en el postoperado de cardiopatía congénita. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53(11), 1496-1526.
 44. Velázquez L, Sánchez M. Estancia prolongada en terapia intensiva: predicción y consecuencias. 2002: 16 (2), 41 – 47
 45. Clancy RR, McGaurn SA, Wernovsky G, et al: Risk of seizures in survivors of newborn heart surgery using deep hypothermic circulatory arrest. *Pediatrics* 2003; 111:592- 97
 46. Clancy RR, Sharif U, Ichord R, et al: Electrographic neonatal seizures after infant heart surgery. *Epilepsia* 2005; 46:84 -89
 47. Wong PC, Barlow CF, Hickey PR, et al: Factors associated with choreoathetosis after cardiopulmonary bypass in children with congenital heart disease. *Circulation* 1992: 86:118-25
 48. Du Plessis AJ, Bellinger DC, Gauvreau K, et al: Neurologic outcome of choreoathetoid encephalopathy after cardiac surgery. *Pediatr Neurol* 2002: 27:9 -17
 49. Petzinger G, Mayer SA, Przedborski S: Fentanyl induced dyskinesias. *Mov Disord* 1995; 10:679 – 84
 50. Hayashida M, Kin N, Tomioka T, et al. Cerebral ischaemia during cardiac surgery in children detected by combined monitoring of BIS and near-infrared spectroscopy. *Br J Anaesth* 2004;92: 662–9.
 51. Nagdyman N, Fleck T, Barth S, et al. Relation of cerebral tissue oxygenation index to central venous oxygen saturation in children. *Intensive Care Med* 2004;30:468–71.
 52. Bird GL, Jeffries HE, Licht DJ, Wernovsky G, Weinberg PM, Pizzarro C, et al. Neurological complications associated with the treatment of patients with congenital cardiac disease: consensus definitions from the Multi-Societal Database Committee for Pediatric and Congenital Heart Disease. *Cardiol Young*. 2008;18 Suppl 2:234-9
 53. Zabala JA. Neurological complications of cardiac surgery. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:1003-6.
 54. Avila A., González I, Ferrer A, Portela F., González E. Complicaciones neurológicas en el postoperatorio inmediato de cirugía cardíaca: todavía un largo camino por recorrer. *An Pediatr (Barc)*. 2012;**76(4)**:192-198
 55. Trittenwein G, Nardi A, Pansi H et al: Early postoperative prediction of cerebral damage after pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2003; 76:576- 580
 56. Cruz Reyes A. Complicaciones neurológicas en niños postoperados de cirugía cardíaca: su incidencia, factores de riesgo e impacto. Tesis de Cardiología Pediátrica Instituto Nacional De Cardiología Ignacio

Chávez 2011: 44 – 49.

57. Arrowsmith JE, Grocott HP, Reves JG, Newman MF. Central nervous system complications of cardiac surgery. *Br J Anaesth.* 2000;84:378-93.
58. Bashour CA, Yared JP, Ryan TA, Rady MY, Mascha E, Leventhal MJ, et al. Long-term survival and functional capacity in cardiac surgery patients after prolonged intensive care. *Crit Care Med.* 2000;28:3847-53.
59. Gotesman RF, McKhann GM, Hogue CW. Neurological complications of cardiac surgery. *Semin Neurol.* 2008;28: 703-15.
60. Rothman KJ, Greenland S. *Modern epidemiology.* 2nd edition: Lippincott- Raven, 1998.
61. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, (2010). *XIX Censo General de Población y Vivienda. México: Mortalidad: INEGI.*
62. Puche MA, Domingo JR. Protocolo de actuación ante la sospecha de una encefalopatía metabólica en la infancia. *Rev Neurol* 2006; 43 (Supl 1): S209-16.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA COMPLICACIONES
 NEUROLÓGICAS EN NIÑOS MENORES DE 10 AÑOS CON CARDIOPATÍA CONGÉNITA
 OPERADOS DE CIRUGÍA CARDÍACA CON CEC EN LA UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA DE
 CMN SXXI

Fecha_____

Nombre:_____ NSS:_____

Edad actual:_____ (Fecha Nacimiento_____)

Procedimiento quirúrgico: correctivo paliativo electiva urgencia reintervención

Tipo de cardiopatía: cortocircuito D-I () cortocircuito I – D ()

Edad a la cirugía:_____ Sexo: _____ Peso: _____ Talla: _____

Estado nutricional_____ Desarrollo Global _____

Diagnóstico: _____

Cirugía realizada:_____

Fecha_____ Tiempo de evolución a la cirugía_____

Manejo anestésico: _____

Tiempo de CEC: _____ h _____ min.

Tiempo de Pinzamiento Aórtico _____ h _____ min.

Tiempo de Arresto Cardíaco: _____ min

Tiempo anestésico: _____ h _____ min.

Temperatura mínima registrada durante CEC: _____ ° C

Tiempo de estancia en UCIP _____ Acidosis 24 h OP (SI) (NO)

Evolución postquirúrgica

Complicación neurológica Si () No ()	Tipo: Día (número) en e postoperatorio en que presentó evento
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

ANEXO 2. CLASIFICACIÓN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS⁸

CLASIFICACIÓN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS
1. Cortocircuito de izquierda a derecha Nivel auricular: CIA, CATVP Nivel ventricular: CIV Grandes arterias PCA, ventana aortopulmonar, tronco arterioso Nivel coronario: OACI, fístula coronaria
2. Cortocircuito de derecha a izquierda Fisiología Tetralogía de Fallot Fisiología TGA
3. Lesión obstructiva cavidades izquierdas Obstrucción venosa Estenosis mitral Estenosis aórtica Coartación aórtica Interrupción de Arco aórtico Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico
4. Lesión obstructiva cavidades derechas Estenosis pulmonar / atresia Estenosis tricúspidea Corazón derecho hipoplásico
5. Ventrículo único
6. Otros Anillos vasculares Anomalías venosas Fístulas arteriovenosas

CIA: Comunicación interauricular, CATVP conexión anómala total de venas pulmonares, CIV Comunicación interventricular, PCA Persistencia de conducto arterioso, VAP ventana aortopulmonar. OACI origen anómalo de coronaria izquierda, TGA Trasposición de grandes arterias