

DIFERENCIAS DIAGNÓSTICAS EN LOS TRAZADOS DE ELECTROENCEFALOGRAFÍA PRE Y POST OPERATORIOS EN NIÑOS DESPUÉS DE CIRUGÍA CARDÍACA EN UNA INSTITUCIÓN DE REFERENCIA DE BUCARAMANGA (COLOMBIA)

JOSÉ-LUIS MORENO-CHACÓN¹, IVES-TEÓFILO VILLAMIZAR-SCHILLER²,
NATHALIA-ANDREA PARDO-CARDOZO³, ANDERSON BERMON⁴,
ANDREA-CAROLINA ZÁRATE-VERGARA⁵, IRINA-SULEY TIRADO-PÉREZ⁶

Recibido para publicación: 31-08-2020 - Versión corregida: 17-02-2021 - Aprobado para publicación: 19-02-2021

Moreno-Chacón JL, Villamizar-Schiller IT, Pardo-Cardozo NA, Bermon A, Zárate-Vergara AC, Tirado-Pérez IS. **Diferencias diagnósticas en los trazados de electroencefalografía pre y post operatorios en niños después de cirugía cardíaca en una institución de referencia de Bucaramanga (Colombia).** *Arch Med (Manizales).* 2021; 21(2):347-357.
<https://doi.org/10.30554/archmed.21.2.3975.2021>

Resumen

Objetivo: determinar la presencia de cambios en los diagnósticos electroencefalográficos pre y post operatorios de niños de cero a 17 años llevados a cirugía de corazón en una institución de referencia en Colombia entre los meses de agosto a noviembre del año 2017. **Materiales y métodos:** se tomó electroencefalograma una hora previa al proce-

Archivos de Medicina (Manizales) Volumen 21 N° 2, Julio-Diciembre 2021, ISSN versión impresa 1657-320X, ISSN versión en línea 2339-3874, Moreno-Chacón JL, Villamizar-Schiller IT, Pardo-Cardozo NA, Bermon A, Zárate-Vergara AC, Tirado-Pérez IS.

- 1 Pediatra intensivista. Fundación Cardiovascular de Colombia. Bucaramanga, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-6378>. Correo: joseluismorenoch@gmail.com.
- 2 Neurólogo pediatra. IPS Centro médico sinapsis. Bucaramanga, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9248-3809>. Correo: mdivesvillamizar@gmail.com
- 3 Neuropediatra. Universidad Nacional de Colombia, maestrante educación Médica Universidad de la Sabana, Profesor at Honorem universidad del Bosque, miembro fundador Grupo de Enfermedades Neuromusculares fundación HOMI. Miembro comité enfermedades Neuromusculares Asociación Colombiana de Neurología Infantil (Asconi). Bogotá. Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0049-3103>. Correo: Dra.nathaliapardocardozo@gmail.com
- 4 Medico magister en Epidemiología. Fundación Cardiovascular de Colombia. Centro de investigaciones. Bucaramanga, Colombia. ORCID: 0000-0002-7568-8650. Correo: andersonbermon@fcv.org
- 5 Medica epidemióloga, Intensivista pediatra. Universidad de Santander (UDES), Clínica Especializada la Concepción. Sincelejo. Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8716-7097>. Correo: andreacarolinazaratevergara@gmail.com
- 6 Medica epidemióloga, Máster Cuidado Paliativo Pediátrico. Residente Pediatría. Corporación Universitaria Remington (CUR) Medellín. Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9995-3287>. Correo: irinasuley@gmail.com. Autor para correspondencia.

dimiento quirúrgico cardíaco y otros siete días después procedimiento; se recolectaron datos clínicos asociados a presencia de anormalidades en el electroencefalograma. Los datos fueron sometidos a análisis descriptivo, bivariado y multivariado. **Resultados:** se encontraron cambios en los trazados electroencefalográficos del preoperatorio al post operatorio de dos maneras. una con deterioro de los trazados de normales a anormales y la otra con empeoramiento del trazado anormal. **Conclusiones:** los pacientes son intervenido presentan trazados electroencefalográfico alterados. La población llevada a cirugía cardiaca en el centro del estudio es muy diversa lo que ocasiona resultados neurológicos variados e influyen en los cambios en los trazados post operatorios.

Palabras clave: cardiopatías; electroencefalografía; convulsiones; cirugía torácica.

Diagnostic differences in pre and post-operative electroencephalography tracings in children after cardiac surgery in a reference institution in Bucaramanga (Colombia)

Summary

Objective: to determine the presence of changes in the pre and postoperative electroencephalographic diagnoses of children from zero to 18 years of age who underwent heart surgery in a reference institution in Colombia between the months of August to November of 2017. **Materials and methods:** electroencephalogram was taken one hour prior to the cardiac surgical procedure and another seven days after the procedure, clinical data were collected associated with the presence of abnormalities in the electroencephalogram. The data were subjected to descriptive, bivariate, and multivariate analysis. **Results:** changes in electroencephalographic traces were found from preoperative to postoperative in two ways, one with deterioration of normal to abnormal traces and the other with worsening of the abnormal tracing. **Conclusions:** patients are taken to surgery despite having altered paths. The population taken to cardiac surgery at the center of the study is very diverse, which causes varied neurological results and influences changes in post-operative traces.

Keywords: heart diseases; electroencephalography; seizures; thoracic surgery.

Introducción

Las complicaciones neurológicas continúan a pesar de Los grandes avances en las técnicas quirúrgicas y en los procedimientos anestésicos durante la cirugía cardiaca. La incidencia de complicaciones neurológicas en el transoperatorio y en el post operatorio de cirugía cardiaca, como los factores de riesgo para su presentación, son distintas en niños y en adultos [1,2].

La presencia de convulsiones es el síntoma clínico más reportado hasta en un 30% de los niños hospitalizados por cirugía cardiaca en unidad de cuidado intensivo, y de ellos un 68% presentan estatus convulsivo, cuando se realiza el seguimiento a largo plazo de los pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiaca se ha informado la presencia convulsiones asociadas con alteraciones en el desarrollo neurológico y

déficit cognitivo entre el 20 y 80% a los cuatro años siguientes al procedimiento [3–5].

Además de la valoración clínica sistemática y las imágenes diagnósticas, existen métodos para la rápida identificación de alteraciones neurológicas durante el tiempo quirúrgico y el post operatorio; son estas el electroencefalograma convencional, la electroencefalografía de amplitud integrada, la video telemetría, el doppler cerebral, las mediciones de saturación venosa cerebral por método infrarrojo además de bio-marcadores como la enolasa específica y la creatin-fosfoquinasa cerebral [1,6].

En estudios similares que comparan trazados electroencefalográficos pre y post operatorios se ha demostrado presencia de convulsiones hasta en un 11% a las 48 horas post operatorias en neonatos y niños [7]. En Colombia no hay evidencia de estudios que relacionen eventos convulsivos pre y post a cirugía cardiaca.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo de la presente investigación es mostrar la utilidad clínica del electroencefalograma en niños cardiópatas sometidos a cirugía.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo observacional analítico, donde se tomó un electroencefalograma previo y otro posterior a la cirugía (5 a 7 días), ambos de una hora de duración, para determinar la presencia de cambios electroencefalográficos en los pacientes llevados a cirugía cardiaca.

Pacientes de cero a 18 años llevados a cirugía cardiaca en la fundación cardiovascular de Colombia en la ciudad de Bucaramanga entre agosto y noviembre del 2017. Se estimó un tamaño poblacional de 200 pacientes con una proporción esperada (estudio interno previo) de 5,9%, con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5%. Tipo de muestreo por conveniencia con un mínimo de 60 pacientes.

Como criterios de inclusión se tomaron pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardiaca a quienes se

les realizó electroencefalograma de una hora de duración, previo al procedimiento quirúrgico y control de electroencefalograma entre el quinto y séptimo día posterior al procedimiento de una hora de duración, durante el tiempo de realización del estudio. Se excluyeron pacientes a los que no se pudo realizar la segunda valoración electroencefalográfica entre los 5 y 7 días posteriores al procedimiento.

Los datos fueron recolectados por el investigador, tomándolos de la historia clínica electrónica de la institución. La lectura de los electroencefalogramas y su interpretación estuvo a cargo de los neurólogos pediatras del servicio de neurología de la institución.

Análisis estadísticos

Los datos en el formato físico fueron tabulados inicialmente en una hoja de Excel para luego realizar la base de datos, que posteriormente fue analizada por el asesor epidemiológico y utilizando el programa de Stata 14 para los análisis disponibles acordes con los objetivos del estudio. Los datos están presentados en tablas y gráficos. Se realizaron inicialmente análisis descriptivos con medidas de tendencia central para las variables cuantitativas y proporciones para las cualitativas.

Los análisis bivariados se realizaron de dos formas, una dicotomizando la condición de presencia de cambios o no en el electroencefalograma y otra categorizando estas variables. Por último, se realizó un análisis longitudinal pareado de los datos para determinar los cambios, así como las variables que influyen en estos. Se incluyeron al modelo multivariable aquellas variables que cumplían el criterio de Hosmer Lemeshow, para finalmente determinar su asociación tomando como parámetro una significación inferior a valor $p < 0.05$.

Para controlar los sesgos de información, los datos fueron recolectados por un médico con experiencia en el área, quien evaluaba los reportes electrocardiográficos de los neurólogos confirmado los hallazgos descritos; las discrepancias fueron evaluadas por un especialista

adicional. La institución donde se realizó el estudio cuenta con historia clínica electrónica que permitía el acceso a los documentos de fuente primaria.

Aspectos éticos

Basados en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, se considera que es una investigación con riesgo mínimo debido al manejo de información de contacto y sensible sobre los pacientes. El proyecto fue aprobado por el comité de ética e investigación de la fundación cardiovascular de Colombia (FCV).

Resultados

Durante el periodo del estudio se realizaron procedimientos de cirugía cardiovascular en 75 pacientes, quedando excluidos del estudio 13 pacientes a quienes no se pudo completar las dos valoraciones electroencefalográficas, la mayoría de las veces por causas administrativas. Se incluyeron durante el periodo del estudio un total de 62 pacientes, con un rango de edad de cero días (nacimiento intrahospitalario) a 18 años con una mediana de seis meses (RIQ 25%-75%, 1.25-24 meses). El peso estuvo en un rango de 2,3 kg a 31 kg, con una mediana de 6 kg (RIQ 25%-75%, 3.8-10.6). El género predominante de los pacientes es el masculino con 38 pacientes (61%).

Respecto a los antecedentes perinatales, 59 pacientes (95%) tuvieron parto asistido en un centro hospitalario y 2 pacientes (3%) requirieron reanimación cardiopulmonar en la sala de partos. El antecedente personal más frecuente fue la sospecha o confirmación de enfermedad genética con 22 pacientes (35%) confirmado por cariotipo, seguido por examen neurológico anormal al ingreso con 19 pacientes (31%). Tal como se muestra en la Figura 1.

Las cardiopatías más frecuentes durante el tiempo de estudio fue la comunicación interventricular seguida por la coartación de aorta y luego la comunicación inter auricular asociada a conducto arterioso persistente. Según la clasificación para riesgo de mortalidad de la Society of Thoracic Surgeons of United States (STS), en la cual el puntaje uno representa el de menor riesgo de mortalidad y cinco el de mayor riesgo de mortalidad para los procedimientos cardiovasculares; se realizaron durante el periodo del estudio procedimientos de cirugía cardiovascular en la siguiente proporción: 19 procedimientos (31%) puntaje 1, 15 procedimientos (24%) puntaje 2, 15 procedimientos (24%) puntaje 4 y 13 procedimientos (21%) puntaje 5.

Durante el tiempo quirúrgico un paciente (2%) requirió medidas de reanimación cardiopulmonar intraoperatorio. El 84% de los pacientes requirieron clampeo, cuyo tiempo

Antecedentes personales



Figura 1. Antecedentes personales de la población de estudio
Fuente: autoría propia.

presentó un rango de 7 a 212 minutos (RIQ 25%-75%, 22-78 minutos), con una mediana de 49 minutos. El 18% del total de los pacientes requirieron arresto cardiaco, cuyo tiempo estuvo en un rango de 5 a 214 minutos con una mediana de 56 minutos (RIQ 25%-75%, 47-70 minutos). El tiempo de bomba se presentó en el 87% de los pacientes con un rango de tiempo de 39 a 431 minutos y una mediana de 104 minutos (RIQ 25%-75%, 63-166).

En el post operatorio un paciente requirió reanimación cardiopulmonar a las 48 horas (2%). 3 pacientes entraron a circulación de membrana extracorpórea, que equivalen al 5%. Dentro de la población estudiada no se requirió de asistencia ventricular. Se observaron 16 pacientes (26%) con convulsiones post operatorias. Los días de convulsión se presentaron con un rango de cero a siete días con una mediana de 2 días (RIQ 25%-75%, 2-4 día). Falleció un paciente al tercer día

post operatorio secundario a inestabilidad hemodinámica además presentó un patrón de estallido-supresión.

Previo al procedimiento

Se encontraron 24 pacientes de los 62 (39%) con trazados electroencefalográficos anormales previos al procedimiento quirúrgico; de ellos el 2% (1 paciente) con bajo voltaje o coma delta, 3% (2 pacientes) con lentificación generalizada, 2% (1 paciente) con estallido-supresión.

Posterior al procedimiento

La presencia de electroencefalogramas anormales posteriores al procedimiento quirúrgico fue del 58% (36 pacientes). A continuación, se describen los hallazgos relacionados con deterioro de los trazados electroencefalográficos posterior a la intervención quirúrgica en la población de estudio. Tabla 1.

Tabla 1. Deterioro de los trazados electroencefalográficos posterior a cirugía

	SI	%	NO	%	p
Meses					0,003
Mediana	2		9		
Rango	0 - 36		0 - 156		
Kg					0,002
Mediana	4,3		8,2		0,64
Rango	2,3 - 15		2,7 - 31		
Género masculino	16	42,1	5	20,8	0,09
Parto hospitalario	18	30,5	3	100	0,013
RCP neonatal			21	35	0,3
Alteración de la deglución	10	58,8	11	24,4	0,01
Enfermedad genética	9	40,9	12	30	0,39
Ant. familiar de convulsiones	1	33,3	20	33,9	0,98
Ant. personal de convulsiones	8	47,1	13	28,9	0,18
Medicación anticonvulsivante	7	46,7	14	29,8	0,23
Alteración del DSM	7	43,8	14	30,4	0,33
Antecedente de paro cardiaco	4	80	17	29,8	0,02
Ant. cirugía cardiovascular	6	40	15	31,9	0,57
Antecedente de ECMO			21	33,9	
Antecedente de asistencia			21	33,9	
Dx de enfermedad neurológica	6	37,5	15	32,6	0,72
Examen neurológico anormal	10	52,6	11	25,6	0,04
Trazado pre Qx anormal	10	42,7	11	29	0,3

Fuente: autoría propia

Análisis multivariado

Se realizó una regresión logística para determinar los factores asociados con el empeoramiento del trazado ECG luego de la cirugía cuyos resultados se muestran en la Tabla 2, se encontró que a mayor peso menos posibilidad de encontrar empeoramiento del trazado electroencefalográfico. Los pacientes con antecedente de alteración de deglución y paro cardiaco tienen mayor riesgo de presentar deterioro del trazado electroencefalográfico.

Tabla 2. Análisis multivariado

	OR	Error estándar	p	IC 95%
Peso (Kg)	0,73	0,09	0,014	0,57-0,94
Antecedente de alteración de deglución	45,68	68,6	0,011	2,41-867,01
Antecedente de paro cardiaco	36,66	63,31	0,037	1,24 -1082,1

Fuente: Autoría propia.

Ajustado por antecedente de presencia de diagnóstico neurológico.

Discusión

Se encontró alteraciones en los diagnósticos electroencefalográficos previos al procedimiento quirúrgico en 24 pacientes (39%). De estos trazados se destacan los de peor pronóstico neurológico: 2% con bajo voltaje, 3% con lentificación generalizada o coma delta y 2% con patrón de estallido supresión. A este respecto, en la bibliografía revisada solo se encontraron dos estudios similares, ambos realizados en neonatos, el primero por Andropoulos *et al.* en 2010 [8], se tomaron trazados electroencefalográficos 48 horas antes de cirugía cardiaca encontrando dos trazados anormales de 64 pacientes (3%), uno patrón de coma delta y en otro de estallido supresión. El segundo estudio realizado por Schmitt *et al.* en 2005 [9], donde se encontraron trazados anormales en 2 de 36 pacientes con patrón de lentificación generalizada; en ambos estudios se describe la presencia de convulsiones en el post opera-

torio y a largo plazo persistencia de síntomas neurológicos con alteraciones del desarrollo psicomotor, además se asoció con larga estancia hospitalaria. En el resto de la bibliografía revisada no se encontró ningún diagnóstico electroencefalográfico anormal previo a la cirugía cardiovascular. La explicación de no tener más fuentes de comparación está sustentada en que en otras series la valoración pre quirúrgica se realiza con imágenes como la resonancia magnética cerebral simple [9-13], y ecografía doppler cerebral en neonatos y lactantes pequeños acompañado de valoración clínica pediátrica exhaustiva, no con trazados de electroencefalografía [13-17].

Se documentó electroencefalogramas anormales entre cinco y siete días posteriores al procedimiento quirúrgico en el 58% (36 pacientes). Este dato es comparable en la literatura con el estudio realizado por Andropoulos *et al.* en 2010 [8]. La utilidad del encefalograma cada vez demuestra más relevancia, anteriormente solo especialistas como neurólogos y anestesiólogos eran el único personal en considerarlo para el manejo integral del paciente, afortunadamente la evidencia muestra en los resultados de su empleo la necesidad de este. Se debe considerar la variedad de monitorización, influyendo varios factores en los siguientes días a la intervención quirúrgica; entre los factores atribuibles se encuentran la presencia de lentificación durante las primeras horas secundario a la utilización de infusiones de benzodiacepinas en dosis que ese estudio no determina, al retirarlas de manera gradual los trazados mejoraron [8,18,19]. Sin embargo, en varios estudios se ha demostrado la alteración de la monitorización cerebral preoperatoriamente en pacientes con cardiopatías complejas teniendo de 39% hasta un 50% de alteración en el electroencefalograma lo cual representa una cifra importante a considerar [20,21].

La presente investigación incluyó niños de todas las edades y también se utilizó infusiones de benzodiacepinas. Por esto

se decidió tomar trazados post operatorios alrededor del séptimo día para minimizar el efecto farmacológico, con el fin de procurar mayor confiabilidad a los hallazgos descritos, según resultados mencionados en poblaciones similares [21-24]. Otro dato encontrado es la presencia de 38 pacientes con electroencefalograma normal previo a la cirugía; de ellos, 12 pacientes (32%, IC 95% - 17,5 - 48,7%) presentaron trazado anormal luego de la cirugía, dato comparado con lo reportado en la literatura por Meyer *et al.* 2011, [24] donde en un estudio similar, pacientes sometidos a cirugía cardiovascular con trazados electroencefalográficos pre operatorios normales, presentaron deterioro en los trazados posterior a la intervención quirúrgica en 8 pacientes de 313 (2,5%, IC 95% 1,0 - 4,7).

Durante las últimas dos décadas, los avances en cirugía cardíaca congénita, cardiología pediátrica y cuidados intensivos pediátricos aumentaron drásticamente la supervivencia de los bebés con cardiopatía congénitas complejas. Por esto factores asociados a pronóstico en los sobrevivientes son considerados, ya que a menudo experimentan déficits en el desarrollo neurológico y problemas emocionales y de comportamiento. Estas complicaciones suelen tener impacto a corto y largo plazo. Por esto la monitorización continua de EEG está indicada para el diagnóstico y el tratamiento de las convulsiones no convulsivas y el estado epiléptico eventos comunes relacionados con el pronóstico neurológico de los pacientes cardíopatas [20-24]. Además, factores externos como: edad gestacional, edad de los padres, situación social influyen en el pronóstico de la enfermedad por lo cual ayudaría a predecir resultados neurológicos en estos niños [24-28].

Schmitt *et al.* en 2005 [29], reporta variación de los trazados en el post operatorio en 7 pacientes de 36 (17%) tomados en las primeras 48 horas con persistencia de alteración en los ritmos de fondo e incremento de esta alteración en las siguientes horas, con tendencia a

la resolución aproximadamente a los 6 días posteriores a la exposición a la circulación extracorpórea. Pampiglione y Sotaniemini en 1980 [30,31], se describió la recuperación de los trazados de fondo en neonatos hasta seis semanas después de la exposición a la circulación extracorpórea, recomendando valoraciones en límites posteriores a los siete días y seguimiento a largo plazo. De los 24 pacientes con trazados anormales previos a la intervención, se observó deterioro de los trazados en el post operatorio en 11 pacientes (45,8%) quienes presentaron variación a trazados de muy mal pronóstico neurológico así: bajo voltaje 5% y coma delta el 10%. En las series revisadas este tipo de variación fue reportada por Andropoulos *et al.* en 2010 [8], en 2 pacientes de 64 neonatos (3%), en los cuales hay persistencia de alteraciones en los trazados de manera permanente, también referida por Schmitt *et al.* en 2005 [9].

En otro estudio realizado por Mahle *et al.* en 2002 [20], refieren la presencia de lesiones estructurales cerebrales previas al procedimiento identificadas por resonancia magnética cerebral en 17% de una serie de 24 pacientes neonatos. Luego de cirugía cardíaca se observa un deterioro en las imágenes o aparición de lesiones nuevas en el 67% de los 24 pacientes. Aunque se describe la dificultad para la realización de este estudio en ambos momentos, se resaltó la importancia como diagnóstico prequirúrgico y como factor de pronóstico neurológico.

Deterioro del trazado electroencefalográfico

Con relación al deterioro de los trazados en el post operatorio se observó de manera importante en los pacientes de más corta edad ($P=0,003$) y de peso más bajo ($P=0,002$), compatible con lo descrito en el estudio de Wernovsky *et al.* en 2007 [32], donde describen el deterioro neurológico del 13% de los pacientes de una serie de 99 pacientes sometidos a

cirugía cardiaca siendo los pacientes de peso bajo y más corta edad los más afectados. La presencia de alteración de la deglución se relacionó con el deterioro de los trazados en el 58,8% ($P=0,01$) como síntoma importante de antecedente de enfermedad neurológica asociado a lesiones probablemente por hipoxia, común en los pacientes con cardiopatía congénita, como lo refiere Greer *et al.* en 2005 [33], además de antecedente de parada cardiorrespiratoria, el tiempo de bomba tiene influencia en el deterioro de los trazados post operatorios sin significancia estadística ($P=0,068$) probablemente por tener una muestra baja.

De los factores asociados al deterioro de los trazados electroencefalográficos en los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, Bird *et al.* en 2008 [34] refieren como los más importantes, la presencia de policitemia, la exposición crónica a hipoxemia, los largos tiempos de bomba, la presencia de hipotermia profunda, la exposición a embolismos y los fenómenos de isquemia-reperfusión. Aunque también se encontró que incluso las anomalías cerebrales estructurales son comunes en estos recién nacidos antes de la intervención quirúrgica. Los valores bajos de flujo sanguíneo cerebral se asociaron con leucomalacia periventricular. Incluso este hallazgo se encontró en más del 50% de los recién nacidos después de la cirugía cardíaca, pero rara vez en niños mayores [34–39]. La hipoxemia y la hipotensión en el período posoperatorio temprano, en particular la hipotensión diastólica, pueden ser factores de riesgo importantes para la leucomalacia periventricular [39–44].

Otros factores y pronóstico

Hay factores a corto y a largo plazo relacionados con el pronóstico neurológico de estos pacientes, por ejemplo, se encontró que después de una compleja cirugía cardíaca neonatal, los equipos médicos y las familias luchan con problemas de alimentación infantil, incluso antes; la repercusión de una cardiopatía congénita impacta sobre el estado nutricional

de estos [45]. Las complicaciones médicas como el quilotórax, el acceso limitado a la leche materna y las preocupaciones de los padres y el estrés sobre la alimentación son solo algunos factores que se pueden relacionar a los malos resultados con respecto a la nutrición y el crecimiento influyendo en el pronóstico neurológico y general de estos pacientes [44,46-49]. Además, hallazgos como crisis convulsivas antes y durante la recuperación luego de una intervención quirúrgica empeoran la morbilidad y aumentan la mortalidad a corto y largo plazo. Se ha documentado como estados no convulsivos pueden aumentar hasta el doble la probabilidad de muerte, por esto también es importante utilizar la monitorización neurológica continua [44,46-49].

Conclusiones

Se demostró cambios en los diagnósticos de los trazados electroencefalográficos en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca de dos maneras: la primera con deterioro de los trazados de normales a anormales y la segunda con deterioro en el diagnóstico de trazados anormales. Uno de los hallazgos más relevantes de este estudio es que realizaron gran cantidad de cirugías cardiovasculares en pacientes con antecedente personal de déficit neurológico, manifiesto por alteraciones en los trazados electroencefalográficos, incluso en pacientes con trazados de mal pronóstico.

Las características de la población son muy diversas, determinando que el resultado desde el punto de vista neurológico sea incierto. Influye que en el abordaje inicial la mayoría de los pacientes son procedentes de otras instituciones, por lo cual la información acerca del estado neurológico es limitada o no se tiene en cuenta, lo que resulta en recibir niños con patologías cardíacas diversas y múltiples comorbilidades que afectan el resultado neurológico de los tratamientos realizados. En el manejo prehospitalario se detectaron factores desfavorables en los pacientes con patología cardíaca congénita, como son el deficiente

diagnóstico prenatal, condiciones poco óptimas para la atención en el momento del nacimiento, diagnóstico tardío sumado al poco conocimiento en otros centros y en el área rural del manejo específico de este tipo de enfermedades.

En apartados anteriores se mencionó que no existe un estándar de oro para el diagnóstico neurológico de los pacientes con cardiopatías congénita. Existen diversos métodos referidos en la literatura para el diagnóstico de las complicaciones neurológicas de los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular como son las imágenes y la monitorización continua. En estudios citados no recomiendan el uso rutinario de electroencefalografía pre y post operatorio para los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, ya que se utilizan desde hace tiempo otros sistemas de evaluación neurológica. En este estudio se utilizó esta herramienta como protocolo institucional (FCV) por su fácil accesibilidad además de

brindar mayor seguridad para la paciente, en comparación con otros métodos mencionados en estudios internacionales.

Un dato relevante que se observó en los estudios revisados, fue el uso de monitoria neurológica continua durante la cirugía y en el post operatorio inmediato, por medio de la visualización de trazados continuos que identifiquen de manera precoz las alteraciones neurológicas; cabe recordar que la semiología de las convulsiones es muy diversa y que a menor edad las convulsiones pueden ser clínicamente menos evidentes. Además recordar que en estos pacientes la mayoría de convulsiones son el resultado clínico de una lesión cerebral ya establecida.

Conflictos de interés: los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Fuentes de financiación: el estudio se realizó con recursos propios de los autores.

Literatura citada

1. Mittnacht AJC, Rodriguez-Diaz C. **Multimodal neuromonitoring in pediatric cardiac anesthesia.** *Ann Card Anaesth.* 2014; 17(1):25–32.
DOI: 10.4103/0971-9784.124130
2. Menache CC, du Plessis AJ, Wessel DL, Jonas RA, Newburger JW. **Current incidence of acute neurologic complications after open-heart operations in children.** *Ann Thorac Surg.* 2002; 73(6):1752–1758.
[https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)03534-8](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)03534-8)
3. Abend NS, Arndt DH, Carpenter JL, Chapman KE, Cornett KM, Gallentine WB, et al. **Electrographic seizures in pediatric ICU patients: cohort study of risk factors and mortality.** *Neurology.* 2013; 81(4):383–391.
<https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31829c5cfe>
4. Avila-Alvarez A, Gonzalez-Rivera I, Ferrer-Barba A, Portela-Torron F, Gonzalez-Garcia E, Fernandez-Trisac JL, et al. **[Acute neurological complications after pediatric cardiac surgery: still a long way to go].** *An Pediatr (Barc).* 2012; 76(4):192–198.
DOI: 10.1016/j.anpedi.2011.07.018
5. Wagenman KL, Blake TP, Sanchez SM, Schultheis MT, Radcliffe J, Berg RA, et al. **Electrographic status epilepticus and long-term outcome in critically ill children.** *Neurology.* 2014; 82(5):396–404.
<https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000000082>
6. Shellhaas RA. **Continuous long-term electroencephalography: the gold standard for neonatal seizure diagnosis.** *Semin Fetal Neonatal Med.* 2015; 20(3):149–153.
DOI: 10.1016/j.siny.2015.01.005
7. Gaynor JW, Jarvik GP, Gerdes M, Kim DS, Rajagopalan R, Bernbaum J, et al. **Postoperative electroencephalographic seizures are associated with deficits in executive function and social behaviors at 4 years of age following cardiac surgery in infancy.** *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013; 146(1):132–139.
DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.04.002
8. Andropoulos DB, Mizrahi EM, Hrachovy RA, Stayer SA, Stark AR, Heinle JS, et al. **Electroencephalographic seizures after neonatal cardiac surgery with high-flow cardiopulmonary bypass.** *Anesth Analg.* 2010; 110(6):1680–1685.
DOI: 10.1213/ane.0b013e3181dd5a58
9. Schmitt B, Finckh B, Christen S, Lykkesfeldt J, Schmid ER, Bauersfeld U, et al. **Electroencephalographic Changes after Pediatric Cardiac Surgery with Cardiopulmonary Bypass: Is Slow Wave Activity Unfavorable?.** *Pediatr Res.* 2005; 58(4):771–778.
<https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000180554.16652.4E>

10. Zarante I, Franco L, López C, Fernández N. **[Frequencies of congenital malformations: assessment and prognosis of 52,744 births in three cities of Colombia].** *Bioméd.* 2010; 30(1):65–71.
11. Baltaxe E, Zarante I. **Prevalence of congenital heart disease in 44,985 newborns in Colombia.** *Arch Cardiol México.* 2006; 76(3):263–268.
12. González-González Y. **Informe final del evento de anomalías congénitas hasta el periodo epidemiológico 13 del año 2012.** [Internet]. Bogotá, Instituto Nacional de Salud; 2012. Available from: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/PRO_Defectos_congenitos.pdf
13. Oliver-Ruiz JM, Mateos-García M, Bret-Zurita M. **Evaluation of congenital heart disease in adults.** *Rev Esp Cardiol.* 2003; 56(6):607–620.
14. Pierpont ME, Basson CT, Benson DW, Gelb BD, Giglia TM, Goldmuntz E, et al. **Genetic basis for congenital heart defects: current knowledge: a scientific statement from the American Heart Association Congenital Cardiac Defects Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young: endorsed by the American Academy of Pediatrics.** *Circulation.* 2007;115(23):3015–3038. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.183056
15. Departamento de ciencias neurofisiológicas-Universidad Javeriana. **Introducción a la Neuropsicofarmacología - Medicación Antiepileptica.** [Internet]. Clase de Neurofisiología. Available from: <https://med.javeriana.edu.co/fisiologia/fw/c523.htm>
16. Abend NS, Dlugos DJ, Clancy RR. **A review of long-term EEG monitoring in critically ill children with hypoxic-ischemic encephalopathy, congenital heart disease, ECMO, and stroke.** *J Clin Neurophysiol.* 2013; 30(2):134–142. DOI: 10.1097/WNP.0b013e3182872af9
17. Barea-Navarro R. **Electroencefalografía.** Buenos Aires: Universidad de Alcalá; 2012.
18. Purdon PL, Sampson A, Pavone KJ, Brown EN. **Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists: Part I: Background and Basic Signatures.** *Anesthesiology.* 2015; 123(4):937–960. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000841
19. McQuillen PS, Barkovich AJ, Hamrick SEG, Perez M, Ward P, Glidden DV, et al. **Temporal and anatomic risk profile of brain injury with neonatal repair of congenital heart defects.** *Stroke.* 2007; 38(2 Suppl):736–741. DOI: 10.1161/01.str.0000247941.41234.90
20. Mahle WT, Tavani F, Zimmerman RA, Nicolson SC, Galli KK, Gaynor JW, et al. **An MRI study of neurological injury before and after congenital heart surgery.** *Circulation.* 2002; 106(12 Suppl 1):I109–I114. DOI: 10.1161/01.cir.0000032908.33237.b1
21. Marino BS. **New concepts in predicting, evaluating, and managing neurodevelopmental outcomes in children with congenital heart disease.** *Curr Opin Pediatr.* 2013; 25(5):574–584. DOI: 10.1097/MOP.0b013e328365342e
22. Gaynor JW, Gerdes M, Nord AS, Bernbaum J, Zackai E, Wernovsky G, et al. **Is cardiac diagnosis a predictor of neurodevelopmental outcome after cardiac surgery in infancy?** *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 140(6):1230–1237. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2010.07.069
23. Amantini A, Carrai R, Lori S, Peris A, Amadori A, Pinto F, et al. **Neurophysiological monitoring in adult and pediatric intensive care.** *Minerva Anestesiol.* 2012; 78(9):1067–1075.
24. Meyer S, Shatat M, Schäfers HJ, Shamdeen MG, Gortner L, Abdul-Khalil H. **Electroencephalogram in children undergoing cardiac surgery.** *Clin Neurophysiol.* 2011; 122(9):1890–1891. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.02.015>
25. Newburger JW, Jonas RA, Wernovsky G, Wypij D, Hickey PR, Kuban KC, et al. **A comparison of the perioperative neurologic effects of hypothermic circulatory arrest versus low-flow cardiopulmonary bypass in infant heart surgery.** *N Engl J Med.* 1993; 329(15):1057–1064. DOI: 10.1056/NEJM199310073291501
26. Algra SO, Kornmann VNN, van der Tweel I, Schouten ANJ, Jansen NJG, Haas F. **Increasing duration of circulatory arrest, but not antegrade cerebral perfusion, prolongs postoperative recovery after neonatal cardiac surgery.** *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143(2):375–382. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.08.006
27. Rappaport LA, Wypij D, Bellinger DC, Helmers SL, Holmes GL, Barnes PD, et al. **Relation of seizures after cardiac surgery in early infancy to neurodevelopmental outcome.** *Circulation.* 1998; 97(8):773–779. DOI: 10.1161/01.cir.97.8.773
28. Extracorporeal Life support Organization. **Extracorporeal cardiopulmonary support in critical care.** Ann Arbor: ELSO; 2012.
29. Mizar-De la Hoz O. **Factores de riesgo asociados a la cardiopatía congénita moderada a severa en recién nacidos en Cartagena de Indias.** Cartagena: Universidad de Cartagena; 2014.
30. Pampiglione G. **Electroencephalographic and metabolic changes after surgical operations.** *The Lancet.* 1965; 286(7406):263–265. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(65\)92386-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(65)92386-X)
31. Sotaniemi KA. **Clinical and prognostic correlates of EEG in open-heart surgery patients.** *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1980; 43(10):941–947. DOI: 10.1136/jnnp.43.10.941

32. Wernovsky G, Kuijpers M, Van-Rossem MC, Marino BS, Ravishankar C, Dominguez T, et al. **Postoperative course in the cardiac intensive care unit following the first stage of Norwood reconstruction.** *Cardiol Young.* 2007;17(6):652–665. DOI: 10.1017/S1047951107001461
33. Greer DM. **Cardiac Arrest and Postanoxic Encephalopathy.** *Continuum (Minneapolis Minn).* 2015; 21(5 Neurocritical Care):1384–1396. DOI: 10.1212/CON.0000000000000223
34. Bird GL, Jeffries HE, Licht DJ, Wernovsky G, Weinberg PM, Pizarro 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(S2):234-239. DOI: 10.1017/S1047951108002977
35. Estefanero-Meza J, Pinto-Torres D, Mamani-Huaman G, Moreno-Loaiza O. **[Insufficient cardiovascular surgeries in children with congenital heart defects in Arequipa, Peru].** *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* 2013; 30(4):716–717.
36. Fallon P, Aparicio JM, Elliott MJ, Kirkham FJ. **Incidence of neurological complications of surgery for congenital heart disease.** *Arch Dis Child.* 1995; 72(5):418-422. DOI:10.1136/adc.72.5.418
37. Wernovsky G, Shillingford AJ, Gaynor JW. **Central nervous system outcomes in children with complex congenital heart disease.** *Curr Opin Cardiol.* 2005; 20(2):94–99. DOI: 10.1097/01.hco.0000153451.68212.68
38. Saldarriaga-Gil W, Ruiz-Murcia FA, Fandiño-Losada A, Cruz-Perea ME, Isaza de Lourido C. **Evaluation of prenatal diagnosis of congenital anomalies diagnosable by prenatal ultrasound in patients in neonatal intensive care units of Cali, Colombia.** *Colomb Méd.* 2014; 45(1):32–38. DOI: <https://doi.org/10.25100/cm.v45i1.1332>
39. Ciccone O, Mathews M, Birbeck GL. **Management of acute seizures in children: A review with special consideration of care in resource-limited settings.** *African J Emerg Med.* 2017; 7(Suppl):S3–9. DOI: 10.1016/j.afjem.2017.09.003
40. Ding Y, Li XY, Liu YP, Li DX, Song JQ, Li MQ, et al. **[Psychomotor retardation and intermittent convulsions for 8 months in an infant].** *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi.* 2016; 18(1):67–71. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2016.01.014
41. Dhandayuthapani G, Chakrabarti S, Ranasinghe A, Hunt L, Grant D, Martin RP, et al. **Short-term outcome of infants presenting to pediatric intensive care unit with new cardiac diagnoses.** *Congenit Heart Dis.* 2010; 5(5):444–449. DOI: 10.1111/j.1747-0803.2010.00430. x
42. Brunberg JA, Reilly EL, Doty DB. **Central nervous system consequences in infants of cardiac surgery using deep hypothermia and circulatory arrest.** *Circulation.* 1974; 50(2 Suppl): II60–1168.
43. Galli KK, Zimmerman RA, Jarvik GP, Wernovsky G, Kuypers MK, Clancy RR, et al. **Periventricular leukomalacia is common after neonatal cardiac surgery.** *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127(3):692–704. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2003.09.053
44. Licht DJ, Wang J, Silvestre DW, Nicolson SC, Montenegro LM, Wernovsky G, et al. **Preoperative cerebral blood flow is diminished in neonates with severe congenital heart defects.** *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;128(6):841–9. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2004.07.022
45. Medoff-Cooper B, Naim M, Torowicz D, Mott A. **Feeding, growth, and nutrition in children with congenitally malformed hearts.** *Cardiol Young.* 2010 Dec;20 Suppl 3:149–
46. Donofrio MT, Bremer YA, Schieken RM, Gennings C, Morton LD, Eidem BW, et al. **Autoregulation of cerebral blood flow in fetuses with congenital heart disease: the brain sparing effect.** *Pediatr Cardiol.* 2003; 24(5):436–443. DOI: 10.1007/s00246-002-0404-0
47. Abend NS, Drugos DJ, Clancy RR. **A Review of Long-term EEG Monitoring in Critically Ill Children With Hypoxic–Ischemic Encephalopathy, Congenital Heart Disease, ECMO, and Stroke: J Clin Neurophysiol.** 2013; 30(2):134–42. DOI: 10.1097/WNP.0b013e3182872af9
48. Donis I, Mendoza S **Informe institucional del servicio de cirugía cardiovascular pediátrica de la Fundación Cardiovascular de Colombia del año 2015 - Estadísticas.** Bucaramanga: Fundación cardiovascular de Colombia; 2012.
49. Peyvandi S, De Santiago V, Chakkarapani E, Chau V, Campbell A, Poskitt KJ, et al. **Association of Prenatal Diagnosis of Critical Congenital Heart Disease With Postnatal Brain Development and the Risk of Brain Injury.** *JAMA Pediatr.* 2016; 170(4):1-16. DOI:10.1001/jamapediatrics.2015.4450

