

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS  
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



**VALORACIÓN DEL DESARROLLO NEUROLÓGICO Y DEL ELECTROENCEFALOGRAMA  
EN NIÑOS CON CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE  
TLALNEPANTLA EN EL AÑO 2020**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL ESTADO DE MÉXICO Y MUNICIPIOS  
HOSPITAL REGIONAL TLALNEPANTLA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA**

**PRESENTA:**

**M.C. CANDIE ADAHÍ GONZÁLEZ CASTAÑEDA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**E. EN PED. DIANA LUGO VILLA**

**CO-DIRECTOR:**

**E. EN PED. ELIZABETH GRACIELA ARIZPE AMADOR**

**REVISORES:**

**TOLUCA ESTADO DE MÉXICO 2021**

“VALORACIÓN DEL DESARROLLO NEUROLÓGICO Y DEL  
ELECTROENCEFALOGRAMA EN NIÑOS CON CARDIOPATÍAS  
CONGÉNITAS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE TLALNEPANTLA EN EL  
AÑO 2020”

## Índice

1. Resumen.....	3
2. Summary.....	5
3. Marco Teórico.....	7
4. Planteamiento del problema.....	31
5. Justificaciones.....	32
6. Hipótesis.....	33
7. Objetivos.....	34
8. Metodología.....	35
9. Resultados.....	41
10. Discusión.....	49
11. Conclusiones.....	52
12. Sugerencias.....	53
13. Bibliografía.....	54
14. Anexos.....	57

## RESUMEN

**TÍTULO:** *“Valoración del desarrollo neurológico y del electroencefalograma en niños con cardiopatías congénitas en el Hospital Regional de Tlalnepantla en el año 2020”*

**Palabras clave:** *Valoración neurológica, Electroencefalograma, Cardiopatías congénitas*

**INTRODUCCIÓN:** El desarrollo es la adquisición de funciones motoras, sensitivas y cognitivas que se van incorporando en una edad determinada, conforme a la maduración y adaptación del individuo. Para que se lleve a cabo un desarrollo óptimo, se debe cubrir las necesidades del niño; por lo que circunstancias adversas como hipoxia cerebral presentes en las cardiopatías congénitas complejas, puede producir enlentecimiento en la velocidad de crecimiento neuronal y por consiguiente retraso en el neurodesarrollo.

**OBJETIVO:** Implementar un tamizaje adecuado en los pacientes portadores de cardiopatía congénita a través de la realización del test de DENVER y estudio de Electroencefalograma, logrando una intervención temprana y disminuir las secuelas neurológicas.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Se evaluó la relación existente entre cardiopatía congénita y la presencia de alteración en las 4 áreas de desarrollo, así como alteraciones a nivel cerebral mediante estudio electroencefalográfico.

**RESULTADOS:** Se incluyeron 35 pacientes (100%), con diagnóstico de cardiopatía congénita que cumplían con los criterios de inclusión. La población con la presencia de alteración en el neurodesarrollo representó el 29% de los pacientes, siendo las áreas más afectadas por orden de frecuencia motora fina en el 39% de los casos, lenguaje 38% de los casos y motor grueso 23%. sin embargo se identificó que el 100% de los pacientes con cardiopatía compleja y que recibieron manejo quirúrgico presentaron alteraciones tanto en el neurodesarrollo como en el estudio Electroencefalográfico.

**CONCLUSIONES:** De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, es indispensable realizar un tamizaje neurológico en pacientes portadores de cardiopatía congénita compleja así como intervención de manera temprana con los servicios de rehabilitación y estimulación para disminuir las posibles secuelas neurológicas.

## **SUMMARY**

**TITLE:** *"Assessment of neurological development and electroencephalogram in children with congenital heart disease at Tlalnepantla Regional Hospital in 2020".*

**Keywords:** *Neurological assessment, Electroencephalogram, Congenital heart disease*

**INTRODUCTION:** Development is the acquisition of motor, sensory and cognitive functions that are incorporated at a given age, according to the maturation and adaptation of the individual. For an optimal development to take place, the child's needs must be covered; therefore, adverse circumstances such as cerebral hypoxia present in complex congenital cardiopathies, can produce a slowing down of the neuronal growth speed and consequently a delay in neurodevelopment.

**OBJECTIVE:** To implement an adequate screening in patients with congenital cardiopathy through the performance of DENVER test and electroencephalogram study, achieving an early intervention and reducing neurological sequelae.

**MATERIAL AND METHODS:** The relationship between congenital cardiopathy and the presence of alteration in the 4 areas of development, as well as alterations at cerebral level was evaluated by means of an electroencephalographic study.

**RESULTS:** Thirty-five patients (100%), with a diagnosis of congenital heart disease that met the inclusion criteria, were included. The population with the presence of alteration in neurodevelopment represented 29% of the patients, being the most affected areas in order of frequency; fine motor in 39% of the cases, language 38% of the cases and gross motor 23%. However, it was identified that 100% of the patients with complex cardiopathy who received surgical management presented alterations both in neurodevelopment and in the Electroencephalographic study.

**CONCLUSIONS:** According to the results obtained in this work, it is essential to carry out a neurological screening in patients with complex congenital cardiopathy as well as an early intervention with rehabilitation and stimulation services to reduce the possible neurological sequelae.

## **MARCO TEÓRICO**

### **CRECIMIENTO Y DESARROLLO**

Los factores que se ven involucrados en el desarrollo del niño influyen de manera contundente en su vida adulta, de ahí que su vigilancia y abordaje deben ser realizados de manera científica, integral, humanística y multidisciplinaria. <sup>(1)</sup>

El crecimiento y el desarrollo están influidos por factores genéticos, neuroendocrinos, ambientales, psicológicos, culturales y socioeconómicos relacionados con el grupo de pertenencia. Por otro lado, el desarrollo tiene características cualitativas que pueden ser propias de la diversidad de grupos sociales y culturales, así como de diferencias de género; esto implica una evaluación más acuciosa, ya que se observa influencia por el ambiente social, económico y cultural.

El crecimiento individual o aumento de masa debido a multiplicación o hipertrofia celular, el criterio de “crecimiento normal” está basado en la posición que mantiene un individuo en sucesivas mediciones dentro de cierto canal, midiéndose a través de pesos, longitudes, superficies y volúmenes de tejidos, órganos, segmentos o el cuerpo en total; por lo tanto el crecimiento es cuantitativo y con características universales, presentándose de mayor medida y de forma más acelerada dentro de los primeros dos años de la vida y en la etapa de la pubertad principalmente.

El desarrollo individual del niño o adquisición de funciones o perfeccionamiento de ellas por diferenciación o integración, sean biológicas, psicológicas o sociales, se miden a través de funciones, unas intangibles relacionadas con procesos cognitivos y otras observables a manera de comportamientos y socialización. El desarrollo posee características cualitativas, lo cual implica una evaluación más acuciosa, ya que se observa influencia por el ambiente social, económico y cultural.

### **DESARROLLO EN LA ETAPA NEONATAL**

En esta etapa se observa un ritmo acelerado de crecimiento y desarrollo en todos los órdenes. Las manifestaciones principales del recién nacido están encaminadas a regularizar funciones fisiológicas en su nuevo ambiente, y a presentar reacciones reflejas. <sup>(1)</sup>

El cerebro obtiene su pico máximo de crecimiento en la etapa prenatal. Al nacimiento, tiene una cuarta parte de su peso final, en el periodo neonatal continúa la multiplicación neuronal, el incremento en el número de las células de la neuroglia, la complejidad de las conexiones dendríticas y la mielinización de las terminaciones nerviosas.

Existe un perfeccionamiento en la actividad neurovegetativa, siendo la presencia de los reflejos primarios el ejemplo de la inmadurez anatómica y funcional del sistema nervioso central del recién nacido, representando una función neuronal primitiva, liberada a nivel del tallo cerebral y médula espinal, al margen de la inhibición cerebral superior. La presencia de los reflejos primarios después del sexto mes de vida indica daño neurológico, por lo que es importante saber abordarlos (Cuadro 1).

Los reflejos primarios son parte de una secuencia de madurez que lo llevará en el futuro a la adquisición de patrones motrices más complejos y siempre con la finalidad de ir rompiendo con la acción de la gravedad, para así establecer una movilidad amplia dentro del mundo que le rodea y finalmente integrar funciones sensoriomotoras, psicomotoras y neuropsicológicas.

Dentro del desarrollo cognitivo en esta etapa de la vida, la mente indiferenciada del recién nacido expresa impulsos, sin posibilidad de distinguir lo que proviene del ambiente de lo que se origina internamente en su propio cuerpo. Poco a poco, el niño irá depositando en su mente lo que se conoce como “huellas mnémicas”, es decir, la memoria.

El desarrollo psicosocial del recién nacido no le es posible intervenir activamente en el proceso de interacción social debido a la falta de estructura mental cognitiva, pero sí precisa partir de lo que en el entorno le ofrece, para que, a manera de estímulos iniciales, proceda su desarrollo psicosocial.

En esta etapa, el desarrollo se evaluará a través de la observación directa y del interrogatorio a la madre sobre su disponibilidad psicológica, grado de atención recibida, satisfacción de sus necesidades y estado afectivo, permitiendo una visión integral del neonato.

a). Área neuromotriz: Evaluación de reflejos primarios: prensión palmar, plantar. Reflejos de subsistencia: búsqueda, succión; Reflejos por inmadurez de Moro y de Babinsky.

b). Área cognitiva: Reflejos de búsqueda para la alimentación, modificados por

condicionamiento.

c). Área afectiva: Reacciones de placidez ante el contacto corporal o auditivo.

Área psicosocial: Al finalizar el primer mes fija la mirada y mantiene actitud de escuchar al oír las voces.

## DESARROLLO EN LA ETAPA DEL LACTANTE

La particularización en esta etapa es la velocidad con que se manifiesta los cambios en el crecimiento y desarrollo, que ante nuestros ojos parecen irse transformando en ritmo acelerado, siendo dentro de los principales el tejido neurológico, con una adquisición de nuevas funciones en el área psicológica; incrementándose las capacidades de percepción y funcionalidad de su organismo, relacionando órgano y función. <sup>(1)</sup>

La multiplicación neuronal y de la neuroglia, así como el aumento en volumen, continúa durante los primeros meses al igual que los procesos de mielinización que se ven completados alrededor del tercer mes de vida. La trascendencia de esto reside en que las regiones corticales de la masa encefálica tienen su asiento las funciones mentales superiores (función volitiva, capacidad de juicio, centros de lenguaje); sin embargo existe una “zona de riesgo alto”, donde puede originarse daño cerebral irreversible a consecuencia de deficiente aporte de alimentos, que comprende los primeros años, pero en especial los primeros 6 meses.

Dentro del desarrollo neuromotor el niño comienza a explorar el entorno por medio de sus movimientos, los cuales incorpora a su esquema mental cuando los realiza de forma activa. A través de los mecanismos exploratorios que en el niño van surgiendo y con ayuda de la memoria, será capaz de ir poniendo límites de dónde empieza y donde termina su cuerpo, etapa que se conoce como “Descubrimiento del no yo”.

A través del periodo de lactancia, el niño adquiere innumerables conductas que muestran sus avances de desarrollo en el área cognoscitiva, afectiva, neuromotriz y psicosocial; señalándose las conductas mínimas esperadas durante este periodo de desarrollo (Cuadro 2):

a). Área neuromotriz:

- Desaparición de reflejos primitivos y por inmadurez neurológica.
- Tendencia motriz gradual a disociar segmentos corporales con el

movimiento.

- La maduración muscular requiere tono muscular, direccionalidad de un reflejo postura, fuerza, velocidad de reacción e incluso inhibición.
- Los parámetros anteriores son en función de observar la calidad de desarrollo neuromotriz bajo guías de desarrollo preestablecidas.

b). Área cognitiva:

- Hacia el segundo mes de vida tiende a fijar su atención en el rostro humano que le alimenta.
- Se indica el proceso de separación e individuación (nacimiento de sí mismo).
- De los 6 meses a los 9 meses es capaz de reconstruir en su mente un objeto parcialmente oculto.
- De los 11 a los 18 meses va refinando su conducta para buscar objetos de su atracción.

c). Área afectiva y psicosocial:

- Del segundo al octavo mes el niño y su madre forman una misma unidad como representación mental.
- Hacia el tercer mes sonríe socialmente al rostro humano.
- El proceso de separación e individuación inicia aproximadamente hacia el séptimo mes y se consolida hacia los 36 meses de edad.
- Entre el séptimo y noveno mes, el niño es capaz de distinguir el rostro de la madre del de otras personas.
- Entre los 18 y 24 meses conoce y usa la expresión verbal “no como un fenómeno inicial de autoafirmación”.

## DESARROLLO EN LA ETAPA DEL PREESCOLAR

Se caracteriza por una desaceleración en la velocidad del crecimiento que particularizó a la etapa del lactante. Ésta es una etapa importante en la adquisición de esquemas de conducta, se perfeccionan las aptitudes psicomotoras y el lenguaje verbal. <sup>(1)</sup>

El crecimiento de tipo neural sufre también una disminución en la velocidad del crecimiento ya iniciada en el segundo año de vida y que dura toda la etapa. Gracias al crecimiento adecuado, habrá un cerebro capaz de desarrollo

neuropsicológico, lo que se verá reflejado en el perfeccionamiento de la actividad psicomotora con la adquisición de destrezas, en el dominio cognitivo con la capacidad de ascender en la escala de las funciones mentales superiores, de manera parcial ejemplificado por el desarrollo del lenguaje verbal y por la aplicación de lo aprendido, y al final de la etapa por el inicio de la capacidad de abstracción y conceptualización.

La maduración neuromotriz le permite al niño ir perfeccionando cada vez más sus movimientos voluntarios y por ende su autonomía. El niño de dos años puede correr y subir escaleras colocando los dos pies en cada escalón; seis meses más tarde es capaz de hacerlo alternando los pies, además de mantener el equilibrio de manera momentánea en un solo pie o de ir en un triciclo.

Al inicio de la etapa preescolar ya controla el esfínter anal y poco después el vesical, aunque es normal que en ocasiones este último logre su control hacia el final de la etapa, sobre todo en las noches. El control de la musculatura fina le permite, alrededor de los 4 años, dibujar círculos que representan la cara humana, y un año después ya puede integrar al dibujo de la figura humana el tronco, manos, brazos, piernas y pies.

La fase de constancia objetal de la etapa de separación descrita por Mahler en 1975, se extiende desde los 22 o 24 meses hasta los 34 o 36 meses de vida y se caracteriza por la capacidad de mantener con claridad la representación mental de los objetos externos; esta capacidad determina que el tipo de pensamiento sensorimotor pase ahora a ser de tipo preoperacional, requiriendo la función de la memoria, así como que el aparato psicológico cuente con nociones de tiempo y espacio. Comienzan su aparición las capacidades de síntesis e integración, y así la posibilidad de comparar la realidad de los objetos externos contra los producidos por sus propias fantasías. Sin embargo, una característica del niño con pensamiento preoperacional es su egocentricidad.

Cuando el niño ha alcanzado los tres años de edad, parte de su desarrollo psicológico se encuentra en marcha con la cognición, manejo de impulsos, manejo de la ansiedad, control muscular voluntario, entre otros y posibles defectos en el desarrollo de estas funciones podrían repercutir en diversas alteraciones psicológicas. Su pensamiento simbólico se enriquece, imita y aplica en la comunicación consigo mismo y con los demás a través del lenguaje, o en el juego que es el receptáculo práctico en donde manifiesta sus vivencias.

La valoración del desarrollo en la etapa preescolar (Cuadro 3):

a). Área neuromotriz:

- A los 24 meses de edad puede correr y subir escaleras apoyando los dos pies en cada escalón.
- A los 3 meses de edad alterna los pies al subir escaleras y logra el equilibrio momentáneo en un solo pie.
- A los cuatro años inicia el trazo de la figura humana con la representación de caras circulares.
- A los 5 años integra en el dibujo las partes principales del cuerpo.

b). Área cognitiva:

- Representación mental del ambiente.
- Dirige su atención hacia sus genitales.
- Se inician los procesos de identificación en el aprendizaje.
- Curiosidad por la diferencia de sexos y procedencia de los bebés.

c). Área afectiva:

- Desarrollo de confianza básica.
- Conflicto en la lucha por conseguir los afectos del progenitor del sexo contrario, contra el progenitor del mismo sexo.
- Surgen los miedos infantiles como parte de los mecanismos defensivo psicológicos de proyección y desplazamiento.

d). Área psicosocial:

- La posibilidad de identificarse con una figura “amenazante” en el proceso adípico, le permite su desenvolvimiento en el mundo y con la sociedad.

## DESARROLLO EN LA ETAPA DEL ESCOLAR

En forma paulatina, en esta etapa se inician procesos que lo llevan a regular su independencia, su compromiso y responsabilidad con el trabajo académico dentro de un marco social. <sup>(1)</sup>

La secuencia de la maduración neuromotriz progresa con lentitud durante toda la etapa, desde la obtención de un mejor control de la musculatura gruesa, a la fina, evidenciándose esto en la calidad y velocidad de la escritura. La integración visomotriz y audiomotriz le permiten adelantar en el copiado de textos y dibujos, imitar posturas y gestos, o bien atender órdenes verbales que impliquen realizar

con rapidez alguna actividad física.

Al final de la etapa escolar hay una completa mielinización del sistema nervioso, lo que se traduce en el perfeccionamiento de la actividad física; es capaz de desarrollar ciertas habilidades de tipo cortical como son las habilidades manuales y vocales, como es aprender a tocar instrumentos musicales, así como aprender lenguas extrañas a su entorno como son los idiomas y dialectos. También a esta edad se desarrollan con mucha facilidad las habilidades deportivas y de capacidad física.

El tipo de pensamiento que marca al niño de la etapa escolar es el operacional concreto (Piaget), cuya facultad se describe por la capacidad de ordenar y relacionar secuencias lógicas, así como de revertir el orden, lo que permite comprender la función de la resta como una operación contraria a la suma.

La evaluación del desarrollo, explicando algunas conductas modelo que pueden servir de indicadores para el grado de desarrollo (cuadro 4):

a). Área neuromotriz:

- Completo dominio de funciones corporales (5 años).
- Aumento de la velocidad en la coordinación oculomotriz (6 años).
- Uso de bicicleta (6 años).
- Actividad física continua (7 años).

b). Área cognitiva:

- Dibuja la figura humana con detalles (6 años).
- Realiza operaciones de suma y resta (7 años).
- Acomoda los objetos por su función (8 años).
- Clasifica los objetos por categorías (12 años).

c). Área afectiva:

- Separaciones prolongadas de la familia sin ansiedad (6 años).
- Expresiones afectivas esporádicas hacia los padres (8 años).
- Interés e identificación con la conducta del padre del mismo sexo (7 años).
- Capacidad de relaciones afectivas con niños de su edad (9 años).

d). Área psicosocial:

- Inicia la incorporación de normas sociales (5 años).
- Aumenta su interés por conocimientos académicos (7 años).
- Destaca su conducta de competencia y liderazgo (9 años).

- Elevado interés por actividades fuera del hogar (9 años).

## VALORACIÓN DEL DESARROLLO MEDIANTE EL TEST DE DENVER II

La valoración del desarrollo comprende la identificación precoz de los problemas a través de la detección selectiva y la vigilancia, y una valoración más definitiva con mediciones estandarizadas y no estandarizadas, así como la integración de la información proporcionada por la historia de desarrollo, social y familiar, con la proporcionada por la historia médica y la exploración física.

El Test de Denver fue desarrollado por William K. Frankenburg y J.B. Dobbs en 1967 y creado en el Centro Médico de la Universidad de Colorado en Denver con la finalidad de diagnosticar retrasos en el desarrollo, mediante la adaptabilidad del sistema nervioso central llamada plasticidad cerebral.

El Tamiz Denver II valora la diferencia entre sujetos regulares y aquellos que presentan alguna dificultad en el desarrollo con el objeto de brindar una oportuna intervención y evitar efectos secundarios asociados.

Es una prueba evolutiva, consta de 125 reactivos los cuales se evalúan en cuatro áreas del desarrollo en niños menores de 6 años: Personal-Social, Motor fino-Adaptativo, Lenguaje y Motor Grueso.

El grupo de los reactivos Personal-Social, se refieren a la conducta del niño en relación con otras persona, la socialización con el medio que lo rodea y la relación con él mismo. El Motor Fino-Adaptativo, contiene una evaluación ojo-mano, es decir, está relacionado con aquellas habilidades de coordinación, concentración y destrezas manuales del niño, tales como la pinza manual. El grupo de Lenguaje engloba las habilidades para escuchar y comunicarse a través del habla o bien mediante gestos. En el Grupo de Motor grueso, se encuentran habilidades, movimientos, coordinación y control de los segmentos del cuerpo como: piernas, brazos, tronco, entre otros.

Las normas para la aplicación de la prueba indican cuando el 25%, 50%, el 75% y el 90% de niños pasan cada tarea. Esta evaluación del desarrollo del niño se fundamenta en el desempeño del niño y en reportes ofrecidos por sus padres relacionados con las cuatro áreas antes mencionadas. Una prueba se considera ANORMAL cuando hay uno o más sectores con dos o más fallos y DUDOSA cuando hay dos o más sectores con un solo fallo. Es fundamental destacar que aquellos niños que no realizan o cumplen una tarea y su edad se encuentra entre

el 75 y 90 percentil, se considera en riesgo y es urgente que se implementen para estas intervenciones con actividades que favorezcan su desarrollo y que estén acordes a su edad. (Cuadro 5).

## EVALUACIÓN MEDIANTE ESTUDIO ELECTROENCEFALOGRÁFICO

La electroencefalografía es la técnica mediante la cual la actividad eléctrica generada por el cerebro se amplifica y muestra, lo que resulta en un electroencefalograma. Este método permite evaluar la función cerebral de manera no invasiva durante un período determinado. Aunque muchas anomalías en el EEG son inespecíficas, varias presentaciones clínicas tienen hallazgos de EEG asociados que son diagnósticos de una afección o lesión específica en el sistema nervioso central. <sup>(2)</sup>

El valor de comprender el EEG normal radica en desarrollar y proporcionar una base clínica para identificar anomalías. El conocimiento de las variaciones normales de la forma de onda, las variantes normales que son de importancia incierta y las fluctuaciones del EEG normal a lo largo del ciclo de vida desde la juventud hasta la edad son esenciales para proporcionar una impresión precisa para la interpretación clínica.

Se puede revelar información sobre una disfunción cerebral difusa o focal, la presencia de descargas epileptiformes interictales (IED) o patrones de importancia especial. Para la interpretación exitosa de un EEG anormal, primero se deben entender los criterios necesarios para definir patrones normales. <sup>(3)</sup>

El origen de los potenciales cerebrales se basa en las propiedades electrofisiológicas intrínsecas del sistema nervioso. Identificar la fuente del generador y los campos eléctricos de propagación son la base para reconocer patrones electrográficos que subyacen en la expresión de las "ondas cerebrales" como normales o anormales.

Las señales eléctricas se crean cuando las cargas eléctricas se mueven dentro del sistema nervioso central. La función neuronal se mantiene normalmente mediante gradientes iónicos establecidos por membranas neuronales. Normalmente existe un potencial de membrana en reposo a través del flujo de salida de iones con carga positiva (potasio) que mantiene un equilibrio electroquímico de  $-75$  mV. Con la despolarización, se produce una afluencia de iones con carga positiva (sodio) que supera el estado de reposo electroquímico

normal. La apertura del canal dentro de la bicapa lipídica es a través de un mecanismo dependiente del voltaje, y el cierre depende del tiempo. La conducción a porciones adyacentes de las membranas de las células nerviosas produce un potencial de acción cuando se supera el umbral de despolarización. Sin embargo, son los potenciales sinápticos los que son la fuente más importante del flujo de corriente extracelular que producen potenciales en el EEG. Los potenciales postsinápticos excitadores (EPP) fluyen hacia adentro (extracelular a intracelular) a otras partes de la célula (se hunde) a través de iones de sodio o calcio. Los potenciales inhibidores postsinápticos (IPP) fluyen hacia afuera (intracelular a extracelular) en la dirección opuesta (fuente) e involucran iones de cloruro o potasio. Estos potenciales sumados tienen una duración más larga que los potenciales de acción y son responsables de la mayoría de las formas de onda del EEG. El tronco encefálico y el tálamo sirven como generadores subcorticales para sincronizar poblaciones de neuronas neocorticales en situaciones normales (es decir, elementos del sueño) y en situaciones anormales (es decir, complejos generalizados de espiga y onda).<sup>(4)</sup>

La conducción de volumen caracteriza el proceso de flujo de corriente desde el generador cerebral y el electrodo de registro. Las capas de neuronas corticales son la fuente principal del EEG, siendo las células piramidales el principal contribuyente de los potenciales sinápticos que conforman el EEG. Estas neuronas están dispuestas en una orientación perpendicular a la superficie cortical desde las capas III, IV y VI. Todos los generadores tienen un polo positivo y negativo que funciona como un dipolo. El EEG muestra los campos de voltaje continuos y cambiantes que varían con diferentes ubicaciones en el cuero cabelludo. Se muestra la diferencia en los potenciales eléctricos entre dos sitios diferentes en la cabeza que recubre la corteza cerebral más cercana al electrodo e incorporan análisis de forma de onda de frecuencia, voltaje, morfología y topografía.<sup>(3)</sup>

## RITMOS FISIOLÓGICOS EN LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL

El ritmo alfa sigue siendo el punto de partida para analizar el EEG clínico. En el EEG normal, un ritmo dominante posterior se representa bilateralmente sobre las regiones de la cabeza posterior y se encuentra dentro del ancho de banda de 8 a 13 Hz (frecuencia alfa). Cuando este ritmo se atenúa con la apertura del

ojo, se lo denomina ritmo alfa. Durante el desarrollo normal, aparece una frecuencia alfa de 8 Hz a los 3 años de edad. El ritmo alfa se distribuye al máximo en las regiones occipitales y se desplaza anteriormente durante la somnolencia. Las asimetrías de voltaje de >50% deben considerarse anormales, especialmente cuando el lado izquierdo es mayor que el derecho. Se observa mejor durante la vigilia relajada, y tiene una diferencia de lado a lado de <1 Hz. La falla unilateral del ritmo alfa para atenuarse refleja una anomalía ipsilateral (fenómeno de Bancaud). Normalmente, las frecuencias alfa pueden aumentar de manera transitoria inmediatamente después del cierre del ojo (chirrido alfa). Las variantes alfa incluyen formas que son la mitad (alfa lento) o dos veces la frecuencia con distribución y reactividad similares (alfa rápido). Las variantes alfa pueden tener una apariencia dentada. El alfa paradójico ocurre cuando el estado de alerta produce la presencia de alfa, y la somnolencia no la produce. La frecuencia media del ritmo Alfa es 4 Hz a la edad de 4 meses; 6 Hz a los 12 meses; 8Hz a los 36 meses; 9 Hz a los 9 años; 10 Hz a los 10 años. Se observa un ritmo bueno Alfa durante el llanto y el cierre pasivo del ojo. Se puede observar aumento de la frecuencia del ritmo Alfa en presencia de fiebre o estados hipermetabólicos por ejemplo hipertiroidismo. Un voltaje > 20  $\mu$ V es anormal en niños. La regulación de este ritmo, el cual significa una variación no mayor a +/- 0.5 Hz se establece a una edad entre los 6 meses y 3 años. <sup>(4)</sup>

El ritmo Mu es una frecuencia alfa arciforme ubicada en el centro (generalmente de 8 a 10 Hz) que representa la corteza sensoriomotora en reposo. A diferencia del ritmo alfa, no se bloquea con la apertura del ojo, sino con el movimiento contralateral de una extremidad. Puede verse solo en un lado, y puede ser bastante asimétrico y asíncrono. El ritmo Mu puede disminuir con el avance de la edad, y generalmente es de menor amplitud que el ritmo alfa existente. Cuando son persistentes, no reaccionan y se asocian a una disminución de la concentración focal, las frecuencias parecidas a Mu son anormales.

Los ritmos beta son frecuencias de más de 13 Hz. Son comunes y normalmente se observan dentro del ancho de banda de 18 a 25 Hz con un voltaje de <20  $\mu$ V. Los voltajes de más de 25  $\mu$ V de amplitud son anormales. La actividad beta se desarrolla entre los 6 meses y dos años de edad; y normalmente aumenta

durante la somnolencia (etapa 2 del sueño), el sueño ligero y movimiento ocular rápido (REM)<sup>(4)</sup> y con la activación mental. Su distribución es frontocentral. Los voltajes reducidos persistentemente menores de 50% sugieren una anomalía de la materia gris cortical dentro del hemisferio que tiene la amplitud más baja; sin embargo, las asimetrías menores pueden simplemente reflejar asimetrías normales del cráneo; por ejemplo lesión cortical, condiciones transitorias como el estado postictal, colección de fluidos subdurales o epidurales.

Los ritmos theta se componen de frecuencias de 4 a 7 Hz de amplitud y morfología variables. Aproximadamente un tercio de los adultos jóvenes despiertos normales muestran ritmos theta intermitentes de 6 a 7 Hz de <15  $\mu$ V que son máximos en las regiones frontales o frontocentrales de la cabeza. La aparición de theta frontal puede ser facilitada por las emociones, la concentración focalizada y durante las tareas mentales. La actividad theta normalmente se ve reforzada por la hiperventilación, la somnolencia y el sueño.

Las ondas lambda se han descrito inicialmente como ondas theta contorneadas de forma positiva (dientes de sierra) en la superficie que aparecen bilateralmente en la región occipital. Estos potenciales tienen una duración de 160 a 250 mseg, excepto en 1 a 3 años de edad donde puede ser hasta 400mseg. Se observan mejor en adultos jóvenes cuando se ven, aunque se encuentran con mayor frecuencia en niños de 3 a 12 años de edad, teniendo una prevalencia de aproximadamente 80%. Las ondas Lambda se han descrito como bifásicas o trifásicas, su componente positivo es precedido predominantemente por un componente negativo. El factor desencadenante más importante es el movimiento ocular. La onda Lambda es atenuada por un cuarto oscuro, mirando una tarjeta en blanco, cierre de ojos.

Los ritmos delta son frecuencias que consisten en una actividad de <4 Hz que comprende <10% del EEG de vigilia normal a la edad de 10 años. En los estados de vigilia, el delta puede considerarse un hallazgo normal en los muy jóvenes y en los ancianos. Es similar al theta temporal en la distribución, a menudo regiones de la cabeza temporal izquierda mayor a la derecha. El delta generalizado excesivo es anormal e indica una encefalopatía de etiología

inespecífica. El delta arrítmico focal generalmente indica una lesión estructural que involucra la sustancia blanca del hemisferio ipsilateral, especialmente cuando es continua y no reacciona. <sup>(4)</sup>

## SEMIOLOGÍA DEL ELECTROENCEFALOGRAMA

La valoración implica el análisis de la morfología de la actividad de fondo, es decir, el aspecto general de la actividad cerebral, de los elementos patológicos, en forma de actividades lentas y/o de anomalías paroxísticas. La lentificación del trazo (ondas Theta, delta) debe valorarse en función de la edad del paciente y su presencia es normal en etapas madurativas del niño o durante el sueño. <sup>(5)</sup>

Según su distribución topográfica, se divide en dos tipos; puede ser generalizada, afección en ambos hemisferios, esto ocasionada por un trastorno orgánico o funcional; y focal o regional que implica la lesión de una zona limitada en uno de los hemisferios cerebrales. <sup>(4)</sup>

Las anomalías paroxísticas se refieren a toda onda o conjunto de ondas que aparecen repentinamente y que, por su frecuencia, amplitud o morfología, destacan de la actividad de fondo. Las anomalías epileptiforme aparece con una morfología aguda en forma de puntas, ondas agudas (puntas de mayor duración), polipuntas (varias puntas), complejos de punta-onda (pequeña punta seguida de una onda lenta hipervoltada) y complejos polipunta-onda; y se pueden clasificar de acuerdo a distribución siendo generalizadas, que aparecen de forma bilateral, síncrona y simétrica en todas las regiones cerebrales y se relacionan con la presencia de crisis epilépticas generalizadas; y focales que corresponden a una región cerebral limitada y aparecen en relación con las epilepsias focales. <sup>(5)</sup>

## CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

### EPIDEMIOLOGÍA

Los defectos cardiacos son las malformaciones congénitas más frecuentes, con una incidencia en España, 2015; que se ha estimado entre 4-12 por 1000 recién nacidos vivos. Se ha observado un aumento aparente de la incidencia de las cardiopatías congénitas más leves, como la CIA y sobre todo CIV,

permaneciendo constante la prevalencia al nacimiento de las más graves, como la transposición de las grandes arterias, o síndrome del corazón izquierdo hipoplásico. <sup>(6)</sup>

Un aspecto particularmente importante de la epidemiología de las cardiopatías congénitas es el aumento de su prevalencia durante la infancia, adolescencia y edad adulta secundaria a un franco descenso de la mortalidad de la mano de la mejora de las técnicas quirúrgicas de las últimas décadas.

## ETIOLOGÍA

Las cardiopatías congénitas se producen como resultado de alteraciones en el desarrollo embrionario del corazón. Si bien su etiología se desconoce en la mayoría de las ocasiones, alrededor de un 10% de los casos se asocian a anomalías cromosómicas visibles con técnicas convencionales, aunque si se incluyen las microdeleciones (como 22q11), la proporción aumenta hasta casi un 25%. Alrededor del 2-3% pueden estar causadas por factores ambientales, bien sean enfermedades maternas o causadas por teratógenos. La mayor parte (alrededor del 70-80%) tienen un origen genético mendeliano o multifactorial. Se ha admitido que más del 90% se debía a herencia poligénica multifactorial. Según este modelo, la causa de las malformaciones cardíacas se debe a la concurrencia de factores genéticos y ambientales.

## CLASIFICACIÓN FISIOPATOLÓGICA

Está basada en los aspectos fisiopatológicos y agrupa las cardiopatía acianógenas o cianógenas. <sup>(6)</sup>

## CARDIOPATÍAS ACIANÓGENAS

### 1. Cardiopatías con cortocircuito de izquierda a derecha.

Constituye el grupo más numeroso de las cardiopatías congénitas, alcanzando alrededor del 50%. Las características fisiopatológicas de los cortocircuitos son acianógenas con hiperflujo pulmonar y sobrecarga de volumen. Los cortocircuitos a nivel ventricular y de gran tamaño debutan normalmente con clínica de insuficiencia cardíaca.

El cortocircuito de izquierda a derecha puede ocurrir:

a). A nivel auricular: Comunicación interauricular (CIA) y en el drenaje venoso

anómalo parcial.

b). A nivel ventricular: Comunicación interventricular (CIV).

c). A nivel auricular y ventricular: Defecto septal AV o canal AV.

d). A nivel de grandes arterias: Como en conducto arterioso persistente (PCA) y en la ventana aortopulmonar (VAP). Con menor frecuencia, fístula auriculovenosa coronaria, la rotura-aneurisma del seno de Valsalva a cavidad derecha, origen anómalo de la rama de la arteria pulmonar, comunicación desde el VI a la AD (Defecto de Gerbode) y el túnel aortopulmonar.

#### 2. Cardiopatías obstructivas izquierdas:

Son todas aquellas que impiden o dificultan el normal flujo sanguíneo a través del lado izquierdo del corazón, desde las venas pulmonares hasta la aorta torácica. Siendo la estenosis aórtica (nivel valvular, subvalvular o supra valvular), coartación de la aorta, interrupción del arco aórtico (IAA), estenosis mitral, cor triatriatum y la estenosis de las venas pulmonares.

#### 3. Cardiopatías obstructivas derechas no cianóticas:

La más frecuente es la estenosis valvular pulmonar, pudiéndose localizar también a nivel supra valvular y subvalvular. En menor frecuencia, se pueden encontrar la anomalía de Ebstein y el Cor triatriatum dexter. La estenosis supra valvular pulmonar se puede asociar con el síndrome de Noonan.

#### 4. Miocardiopatías:

Pueden ser de forma dilatada, hipertrófica, obstructiva y no obstructiva, restrictiva y miocardiopatía no compacta.

#### 5. Anomalías coronarias:

Origen anómalo de la coronaria izquierda al tronco de la pulmonar (ALCAPA) u origen anómalo de una coronaria al seno opuesto.

#### 6. Insuficiencias valvulares:

Corresponden a lesiones cardíacas en las que la sangre eyectada por alguna de las cuatro cavidades del corazón retorna parcialmente a esa cavidad a través de la válvula AV o sigmoidea incompetente. La regurgitación puede ocurrir en más de una válvula. Aunque habitualmente la regurgitación valvular acontece en válvulas congénitamente anómalas, también puede deberse en lesiones valvulares adquiridas, como en la enfermedad reumática.

## CARDIOPATÍAS CIANÓTICAS:

Estas cardiopatías constituyen un grupo heterogéneo cuya característica común es la presencia de cortocircuito de derecha a izquierda a nivel cardíaco, con la consiguiente hipoxemia, manifestada clínicamente por cianosis marcada de piel y mucosas. <sup>(6)</sup>

Desde el punto de vista fisiopatológico, las cardiopatías con cortocircuito de derecha a izquierda se pueden dividir en dos grupos, dependiendo de si hay obstáculo del flujo a nivel pulmonar:

### a) Cardiopatías cianóticas con flujo pulmonar aumentado:

La característica fisiopatológica de este grupo es su cianosis con flujo pulmonar aumentado; se presentan con insuficiencia cardíaca y son ductus-dependientes. Pueden desarrollar hipertensión pulmonar (HTP).

En este grupo se incluyen transposición congénita de grandes vasos, doble salida del VD (DSVD), ventrículo único sin estenosis pulmonar, tetralogía de Fallot con estenosis pulmonar leve y flujo colateral arterial aumentado, atresia tricuspídea con CIV y sin estenosis pulmonar, tronco arterioso, hipoplasia del corazón izquierdo, drenaje venoso pulmonar anómalo total (DVPAT).

### b) Cardiopatías cianóticas con flujo pulmonar disminuido:

La característica fisiopatológica de este grupo es su cianosis con isquemia pulmonar; son ductus-dependientes. No desarrollan hipertensión pulmonar. Incluye tetralogía de Fallot, atresia tricuspídea, atresia pulmonar con CIV, atresia pulmonar con septo íntegro (APSI), ventrículo único y transposición congénita de grandes vasos con estenosis pulmonar.

## ALTERACIONES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO POR MALFORMACIONES CARDIACAS

La desnutrición es una alteración sistemática, potencialmente reversible, con diversos grados de intensidad, que se origina como resultado del desequilibrio entre la ingesta y los requerimientos. La evaluación del estado de nutrición en el paciente pediátrico es primordial para conocer su crecimiento y desarrollo y es de especial interés en los niños con enfermedades crónicas por las implicaciones en el pronóstico. <sup>(7)</sup>

Las cardiopatías congénitas son afecciones que tienen repercusión importante en el crecimiento y desarrollo del niño que la padece. Por tal motivo, se debe

conocer los hitos normales del desarrollo con la finalidad de detectar de manera oportuna la presencia de anomalías en la persona.

La causa de esta situación clínica se debe a la consecuencia de varios factores simultáneos, que de manera constante y crónica repercuten negativamente en el niño, sin embargo tales condicionales están relacionadas con el tipo de cardiopatía.

El desarrollo intelectual es probable que se comprometa en los niños que presentan a temprana edad una enfermedad crónica. La incapacidad funcional en el SNC y el deterioro en el desarrollo cognitivo han sido ampliamente reportados, sobre todo en quienes padecen de lesiones cianógenas y con flujo pulmonar disminuido, ya que la respuesta humana cuando las demandas de oxígeno sobrepasan la capacidad que puede aportar al organismo, la persona desarrolla una situación de urgencia pediátrica llamada crisis de hipoxia, caracterizada por episodios de hiperpnea, incremento de la profundidad y frecuencia de la respiración; así como por exacerbación del cortocircuito de derecha a izquierda, ocasionalmente puede producirse un síncope, convulsiones, eventos cerebrovasculares y muerte.

En 2004 en Newton, Massachusetts, Bass et al, publicaron una revisión de evidencia acerca del efecto crónico e intermitente de la hipoxia en el conocimiento del niño durante la infancia, concluyendo la presencia de algún efecto adverso sobre el conocimiento y en el aprendizaje, observándose con mayor frecuencia la elevada incidencia de alteraciones neurocognitivas.

<b>EFFECTO ADVERSO</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIOS</b>
Disminución de IQ	6
Retraso en el desarrollo motor	2
Decremento en la inteligencia	1
Disminución en la atención y rendimiento académico	2
Amento en la atención postquirúrgica	1
Deterioro de la función visual	2
Total de estudios estadísticamente significativos	14

El desarrollo del cerebro humano es un proceso largo comienza en la tercera semana de gestación y continúa en la edad adulta; después del nacimiento, el cerebro aumenta más del 100% en volumen en el primer año y otro 15% al final del segundo año de vida.

Durante el desarrollo fetal, el cerebro es inicialmente liso, conocido como lisencefalia, y luego desarrollo circunvoluciones. Las neuronas forman conexiones con otras neuronas de forma progresiva, especializándose por nuevas demandas y desafíos a lo largo de la vida. Se ha propuesto que una serie de conexiones entre regiones cerebrales pueden ser la base de orden de maduración en el cerebro; siendo áreas de procesamiento de bajo nivel como las regiones sensoriales, tendrían que madurar primero para fomentar integración de alto nivel de la información utilizada por la regiones relacionadas con un desarrollo posterior.

La función cognitiva de orden superior requiere una conectividad adecuada entre neuronas a distancia. El cuerpo calloso, siendo el tracto de sustancia blanca más grande en el cerebro, conecta los dos hemisferios cerebrales permitiendo una comunicación esencial para la integración correcta de la información motora, cognitiva y sensorial. Los oligodendrocitos originarios en la zona subventricular, la mielinización es un proceso de múltiples etapas que involucran expansión, migración, y diferenciación de las células precursoras de oligodendrocitos.

En el periodo post natal el daño cerebral se relaciona a hipoxia sostenida, arritmias con paro cardiaco o hipotensión. Se ha demostrado en el estudio neuropatológico de niños con cardiopatía congénita, daño cerebral difuso, por hipoperfusión cerebral, y focal atribuidos a eventos tromboembólicos y también relacionados a procedimientos paliativos previos a la cirugía. <sup>(7)</sup>

Se ha descrito por Wernovsky, en Miami Florida, 2016; que desde antes de la cirugía ya existen problemas del desarrollo neurológico, tales como crisis convulsivas, hipotonía, hipertonia, asimetría motora, ausencia de succión, dificultad para la alimentación, anomalías de los nervios craneales, letargo, inquietud, agitación y autismo. <sup>(11)</sup>

Estas lesiones cerebrales durante el desarrollo pueden resultar en déficits cognitivos, conductuales y psicológicos; siendo los puntajes más bajos en las pruebas de funcionamiento adaptativo, déficit de lenguaje expresivo y déficit motor (20-25%), así como dificultades de comunicación social.

Limperopoulos y col. En Canadá 2002; encontraron como factores de riesgo para trastornos del neurodesarrollo en niños con cardiopatía congénita que requirieron cirugía: examen neurológico anormal antes y/o después de la cirugía, microcefalia, tipo de cardiopatía, duración del tiempo de circulación extracorpórea, edad al momento de la cirugía y días de internación en terapia intensiva. <sup>(9)</sup>

En 1967, Ya, Kohner, et al. En Londres estudiaron el EEG de niños con cardiopatías congénitas antes y después del tratamiento quirúrgico; observando registros anormales consistentes en un ritmo de base lento, onda agudas y trenes de espiga onda. Posteriormente, Sotaniemi en 1985, Finlandia; observó en EEG anormal en 45% de los pacientes con cardiopatía congénita con compromiso hemodinámico severo, previo a la cirugía. Limperopoulos, et al. En Canadá 2002; encontró actividad epileptiforme en el 19% de 60 niños con cardiopatía congénita estudiados antes de la cirugía.

En el trabajo realizado, en la Gaceta Médica 2013, por Esquivel Hernández en México; las alteraciones en el EEG más comunes observadas se presentaron en las regiones frontocentrales, frontales, siendo de tipo punta onda; estos a su vez, presentaron el mayor número de alteraciones en el neurodesarrollo, de las principales áreas fueron motricidad gruesa y fina. <sup>(10)</sup>

La lesión del Sistema Nervioso Central en los niños con cardiopatía congénita es el resultado de una interacción de factores específicos del paciente e influencias ambientales, incluidos, entre otros, los efectos de diversas intervenciones tales como la cirugía cardíaca y la atención perioperatoria. <sup>(7)</sup> Éstos factores pueden en términos generales dividirse en tres categorías principales y marcos temporales:

1. Mecanismos prenatales de lesiones cerebrales: Debido a los recientes avances en la Resonancia Magnética fetal y postnatal, los estudios han identificado una frecuencia sorprendentemente alta de lesiones en la sustancia blanca, accidente cerebrovascular y hemorragia, así como inmadurez cerebral al nacimiento. Los estudios de Resonancia magnética y ecocardiograma doppler han confirmado anomalías en el flujo sanguíneo, reduciendo la entrega de sustrato, que conduce a la inmadurez del desarrollo cerebral; además, existe un aumento de la frecuencia de anomalías estructurales congénitas del SNC asociado a

cardiopatía congénita.

Los estudios de ultrasonido han demostrado que existe una resistencia vascular cerebral alterada, sobre todo en pacientes con enfermedad cardíaca izquierda como ejemplo, síndrome de corazón izquierdo hipoplásico. En contraste, pacientes con lesiones obstructivas del lado derecho del corazón, como ejemplo Tetralogía de Fallot presenta un incremento en la resistencia vascular cerebral, cambiando la entrega normal de flujo sanguíneo desde el conducto arterioso a la placenta; por lo que el ventrículo izquierdo debería contribuir al flujo sanguíneo anterógrado de la placenta hacia la aorta ascendente dando como resultado un incremento en el flujo cerebral.

En el feto normal, los patrones intracirculatorios creados por las conexiones fetales normales resultan en flujo preferencial con sangre altamente oxigenada al cerebro, y la mayoría de la sangre baja en oxígeno hacia la placenta; cuando existe una enfermedad estructural cardíaca estos patrones se alteran. Hipoxemia, bajo gasto cardíaco y arresto cardíaco en pacientes con cardiopatía congénita no corregida puede contribuir a isquemia, lesión y retraso en el desarrollo del SNC, agregado a las anomalías que pueden estar presentes al nacimiento.

La frecuencia de microcefalia al nacer aumenta en niños con cardiopatía congénita compleja, acercándose al 25%; el cual persiste en la infancia posterior y se asocia con anomalías del desarrollo.

La presencia de leucomalacia periventricular como hallazgo, ha sido cada vez más reconocido en pacientes de término con cardiopatía congénita. La etiología con respecto a las alteraciones en la circulación fetal que afectan el crecimiento y maduración del cerebro fueron sugeridos por primera vez por Miller y McQuillen en 2007 en Massachusetts, Estados Unidos de América, con un estudio de observación basado en Resonancia Magnética llamado "Escala de Maduración total" que demostró que la maduración cerebral en recién nacidos a término con cardiopatía congénita previo a la cirugía, fue equivalente a la madurez cerebral esperada en un paciente prematuro de 35 semanas de gestación; por lo que predice no solo el riesgo para leucomalacia periventricular pre quirúrgico si no a la vez post quirúrgico de presentar anomalías en el

neurodesarrollo en niños y adolescentes; siendo probablemente resultado de la deficiencia de flujo sanguíneo cerebral, bajas saturaciones de oxígeno o una combinación de ambos.

2. Perioperatorio: Se han estudiado factores de riesgo que podrían contribuir como mecanismo de lesión del SNC durante la corrección quirúrgica, los cuales incluyen hipoxemia, Hipoperfusión cerebral, embolica cerebral, uso de hemodilución, secuestro circulatorio hipotérmico profundo, el grado y velocidad de enfriamiento, uso de esteroides, valores de glucosa y tipo de manejo de gases en sangre. El uso de Bypass expone a la sangre a superficies extrañas del circuito de derivación, por lo que se inicia una respuesta inflamatoria sistémica caracterizada por activación de neutrófilos, activación del complemento y aumento de los niveles circulantes de citocinas inflamatorias; esta inflamación puede aumentar la permeabilidad capilar, edema tisular y disfunción orgánica.

Se ha estudiado los niveles de hematocrito, el cual confiere una mejor protección cerebral ya que los resultados indicaron que los niveles de hematocrito durante el bypass por debajo del 24% desarrollaron puntajes más bajos en el índice de desarrollo psicomotor de las escalas de Bayley, observando mejoría al comparar los niveles de hematocrito de 25-35%. Además, se asociaron niveles más bajos de hematocrito con un balance de líquidos más positivo después de la cirugía y mayores niveles de lactato. <sup>(11)</sup>

3. Factores post quirúrgicos: La lesión del SNC puede ocurrir o exacerbarse en el periodo post operatorio; la isquemia cerebral puede resultar por bajo suministro de oxígeno por disminución del gasto cardiaco, grave hipoxemia y/o anemia severa. Agitación postoperatoria, dolor y/o hipertermia puede aumentar las necesidades metabólicas del cerebro, lo que resulta en un empeoramiento de la lesión del SNC. <sup>(11)</sup>

Las lesiones cerebrales reportadas en el año 2012 por Khalil, A. Londres, previa a cualquier tipo de cirugía cardiaca incluyeron ventriculomegalia, lesión de la sustancia blanca, lesiones isquémicas, leucomalacia periventricular, accidente cerebrovascular y atrofia cerebral. Las anomalías del neurodesarrollo más comúnmente reportada fueron convulsiones, alteraciones en el tono, reducción del nivel de consciencia y retraso en el desarrollo motor, siendo más comunes

en los pacientes con cardiopatías cianógenas con saturación inferior al 85%.<sup>(12)</sup> Se han desarrollado varias modalidades de imagen para identificar asociaciones entre alteraciones fisiológicas o anatómicas con resultados en el neurodesarrollo; éstas incluyen tecnologías de imagen óptica, tales como oximetría de pulso y espectroscopía infrarroja, así como electroencefalograma, ecografía doppler y USG cerebral. La espectroscopía infrarroja ha sido utilizada como herramienta para monitorización durante el pre, intra y postoperatorio, identificando una oxigenación preoperatoria significativamente baja en algunos casos de cardiopatía congénita por lo que ha demostrado ser un predictor útil de recuperación y lesión neurológica después de la cirugía.<sup>(13)</sup>

Las convulsiones subclínicas en el perioperatorio identificadas por electroencefalograma son comunes y han demostrado ser un predictor de resultados negativos en el neurodesarrollo en cardiopatías congénitas. A los 4 años de edad, la aparición de crisis convulsivas en el electroencefalograma se asoció con peor función ejecutiva así como déficit en interacciones sociales y comportamiento. Estos hallazgos permitieron utilizar el electroencefalograma como medida predictiva de los resultados del desarrollo neurológico más adelante de la vida y brindar oportunidades de intervención y gestión de estrategias.

Está bien establecido que cerca del 25% de los niños con cardiopatía congénita presentan microcefalia al nacimiento, el cual está fuertemente asociada a anomalías en el neurodesarrollo.<sup>(13)</sup>

Existen varias alteraciones genéticas que se han asociado con discapacidades neurológicas en pacientes con cardiopatía congénita. Una serie de estudios prospectivos han identificado la Apolipoproteína E (APOE)  $\epsilon$ 2 alelo, que codifica a la proteína APOE E2, para ser asociado con pobre resultado neurológico en pacientes después de ser sometidos a Bypass cardiopulmonar. Este es un regulador clave del metabolismo del colesterol y lípidos transportados al cerebro, así como en la participación en la resistencia neuronal. El alelo APOE  $\epsilon$ 2, se asoció con puntuaciones más bajas en el índice de desarrollo psicomotor a los 14 meses de edad independiente de factores operativos.<sup>(13)</sup>

Los hallazgos de aneuploidía, microdeleciones y la contribución de genes individuales a los fenotipos observados en síndromes contiguos de deleción génica han establecido relaciones genotipo-fenotipo que son clínicamente útiles.

<sup>(14)</sup>

## EVALUACIÓN ESPECÍFICA DEL DESARROLLO NEUROLÓGICO:

La evaluación debe ser junto con la educación de los padres y la derivación para cualquier intervención necesaria.

La evaluación formal durante la infancia en recién nacidos y lactantes puede mejorar el reconocimiento de trastorno o discapacidad, ésta debe incluir historia del desarrollo, medición del crecimiento, alimentación, examen neuromotor, examen audiológico y observación padre e hijo.

En lactantes y preescolares de 1 a 5 años, se debe monitorear los dominios motor grueso, cognitivo, motricidad fina, comunicación, habilidades adaptativas e interacciones sociales y conductuales, así como vigilancia estrecha de los síntomas del trastorno del espectro autista.

En los niños escolares y adolescentes se debe abarcar los dominios principales del funcionamiento neuropsicológico, incluidos inteligencia, logro académico, lenguaje, conciencia visual, estructura y percepción, atención, velocidad de procesamiento, memoria, funcionamiento ejecutivo y habilidades motoras finas, así como presencia de trastorno de déficit de atención e hiperactividad. <sup>(15)</sup>

Todos los niños con cardiopatía congénita deben continuar con vigilancia periódica, ya que los signos de trastorno o discapacidad, la presencia de comorbilidades y el estado general de la cardiopatía congénita pueden cambiar con el tiempo. Pacientes con factores de riesgo alto deben realizarse a los 12 a 24 meses, 3-5 años y de 11 a 12 años de edad, para garantizar intervenciones óptimas, terapia, y resultados así como la identificación de nuevos trastornos o discapacidades en el desarrollo.

Limperopoulos en el año 2002, Canadá; detectó alta incidencia de hallazgos neurológicos preoperatorios, así como el empeoramiento de estas anomalías después de la operación, con hallazgos adicionales de anomalías nerviosas y coreoatetosis. Se informó además la incidencia de un evento neurológico agudo es del 25% dentro de la primera semana y el 56% después de la primera semana. La incidencia de convulsiones postoperatorias hasta un 20% en las 48 horas después de la cirugía. <sup>(16)</sup>

La inteligencia, es una de las áreas alteradas de forma leve a grave; siendo hasta en el 11% de los niños, presentándose más de 2 desviaciones estándar por debajo de la media en una prueba estandarizada, el 18% se encontraba en

puntaje límite entre 1 y 2 desviaciones estándar de la media.

Durante los años preescolares, es frecuente las alteraciones en el desarrollo del lenguaje, en especial de tipo expresivo. Sin embargo, en edad escolar los sobrevivientes de cardiopatía congénita tienen mayor riesgo de déficit de atención/trastorno de hiperactividad. <sup>(17)</sup>

A pesar del conocimiento sobre el seguimiento del desarrollo neurológico para los niños con cardiopatía congénita durante la infancia, uno de los factores de riesgo social significativo para no continuar con el seguimiento, es que los padres no pueden entender el riesgo de desarrollo neurológico adverso<sup>(18)</sup>

Las valoraciones en la mayoría de los niños, indican lentificaciones en el desarrollo motor y en el área comunicativo-lingüística. El desarrollo en el área motora se va normalizando según va creciendo el niño, aunque continúa mostrándose inferior a lo esperado por su edad cronológica. Sin embargo, el desarrollo del lenguaje disminuye cuando el niño crece, situándose al principio, en rangos normales de desarrollo ya que aún no está presente, pero cuando éste debe aparecer (aproximadamente a los 12 meses), ésta área muestra un desarrollo inferior a lo esperado por la edad cronológica. Por lo anterior, se perfila como favorable que los niños con cardiopatía congénita reciban o puedan ser derivados a programas de atención temprana para normalizar su desarrollo en los dos primeros años de vida y es necesario diseñar protocolos interdisciplinarios de detección, despistaje e intervención desde un modelo centrado en la familia para este tipo de población. <sup>(19)</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la consulta externa de pediatría, en el Hospital Regional de Tlalnepantla se valoran frecuentemente pacientes portadores de cardiopatía congénita, donde se ha observado que el crecimiento y desarrollo de los niños con cardiopatía congénita suelen situarse por debajo del promedio normal de la población pediátrica sana, cuya gravedad depende de la severidad de la repercusión hemodinámica.

Sin embargo no se ha establecido un adecuado tamizaje de estos pacientes por lo que se tiene como objetivo determinar el posible impacto en el desarrollo neurológico a través de la realización del test de DENVER y estudio de EEG en niños con cardiopatía congénita.

¿Se desarrollan alteraciones en el desarrollo neurológico y en el electroencefalograma en los niños con cardiopatías congénitas en el Hospital Regional de Tlalnepantla en el año 2020?

## **JUSTIFICACIONES:**

A nivel mundial la prevalencia de cardiopatía congénita es de 2.1 a 12.3 de cada 1000 recién nacidos vivos; y 3 de cada 1000 de estos casos requiriendo de intervención quirúrgica o por cateterismo de manera temprana.

Se estima que nacen de 30,000-40,000 niños con cardiopatía en Norte América cada año, y aproximadamente un tercio de estos pacientes requieren intervención durante el primer año de vida. Para este grupo de pacientes las alteraciones en el neurodesarrollo son comunes, afectando a los sobrevivientes en la edad madura.

En México, se desconoce la prevalencia real de cardiopatías congénitas, sin embargo, a nivel mundial según la Organización Panamericana de Salud (OPS/OMS) la prevalencia es de 2.1 a 12.3 por 1000 recién nacidos vivos; y 3 de cada 1000 de estos casos requiriendo de intervención quirúrgica o por cateterismo de manera temprana. En México, en el 2019 (INEGI) se reportó una tasa de natalidad de 2,092, 214 nacimientos; con base a lo anterior, se calcula que alrededor de 4 mil a 25 mil niños nacen con algún tipo de malformación a nivel del corazón.

A medida que los niños progresan de curso escolar, los puntajes bajos en términos de rendimiento académico, problemas de aprendizaje, problemas de conducta, dificultades con la cognición social y el trastorno de déficit de atención e hiperactividad pueden resultar en fracaso académico, desarrollo de habilidades pobres tanto en el aula como socialmente, baja autoestima, desinhibición conductual y delincuencia.

La intención de este estudio es implementar un adecuado tamizaje a los pacientes portadores de cardiopatía congénita para realizar una intervención temprana y con el apoyo de servicios de rehabilitación y educación especial disminuir las secuelas neurológicas y mejorar la calidad de vida de los pacientes y sus familias, resultando de manera secundaria mejoría de manera significativo en costos de la sociedad.

Este estudio, al ser de tipo observacional es factible ya que no genera gastos al instituto ni puede ocasionar daños a la salud de los pacientes.

## **HIPÓTESIS:**

Existen alteraciones en el desarrollo neurológico y/o del electroencefalograma en los niños con cardiopatías congénitas en el Hospital Regional Tlalnepantla en el año 2020.

## **HIPÓTESIS NULA**

La presencia de cardiopatías congénitas no es un factor para el desarrollo de alteraciones en el desarrollo neurológico y/o electroencefalograma en el Hospital Regional Tlalnepantla en el año 2020.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Se implementó un tamizaje adecuado en los pacientes portadores de cardiopatía congénita a través de la realización del test de DENVER y estudio de Electroencefalograma, logrando una intervención temprana y disminuir las secuelas neurológicas.

### **Objetivos Específicos**

- Se conoció el desarrollo neurológico y el electroencefalograma en los niños con cardiopatías congénitas en el Hospital Regional Tlalnepantla en el año 2020.
- Se evaluó el desarrollo neurológico utilizando escala de Denver en pacientes con cardiopatía congénita.
- Se determinó la existencia de alteraciones del Electroencefalograma en pacientes con cardiopatías congénitas de acuerdo a edad.
- Se estableció la relación que existe entre cardiopatía congénita, alteración en el neurodesarrollo y electroencefalograma.

### **Objetivos Secundarios**

- Se determinó la incidencia de cardiopatías congénitas en los niños del Hospital Regional Tlalnepantla en el año 2020.

## DISEÑO EXPERIMENTAL:

	Variable	Definición	Tipo	Clasificación	Unidad de Medición
1.	Cardiopatía congénita	Alteración en la estructura y funcionamiento del corazón presente al nacimiento.	Independiente	Cualitativa	Tipo: a) Simples b) Complejas
2.	Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Independiente	Cuantitativa	a) Lactante b) Preescolar
3.	Sexo	Conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos.	Independiente	Cualitativa	a) Mujer b) Hombre
4.	Valoración neurológica Denver	Herramienta empleada en pediatría para valorar si el desarrollo psicomotor de un niño, según su edad, funciona de forma acorde a lo esperable en esa franja. Estudia el desarrollo de las habilidades manuales, motoras, lengua y social.	Dependiente	Cualitativa	a) Normal b) Alterado a) Cuál?
5.	EEG	Gráfico en el que se registra la actividad del cerebro y es obtenido por un electroencefalógrafo.	Dependiente	Cualitativa	a) Normal b) Alterado Cuál?
6.	Desempeño académico	La evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito escolar, terciario o universitario.	Dependiente	Cualitativa	a) Bueno b) Regular c) Malo No aplica

**Diseño de Estudio:**

Se trata de una investigación de tipo descriptiva, prospectivo, transversal, observacional.

**POBLACIÓN:**

Se conformó por derechohabientes del Hospital Regional Tlalnepantla de 1 mes a 6 años de edad, valorados en la consulta externa de pediatría con diagnóstico de cardiopatía congénita en el año 2020.

**Criterios de inclusión.**

- Paciente que acudió a consulta externa de pediatría con cardiopatía congénita.
- Paciente que se presentó con la valoración por el servicio de cardiología con diagnóstico de cardiopatía congénita.
- Paciente de 1 mes a 6 años de edad con diagnóstico de cardiopatía congénita.
- Pacientes con evaluación completa mediante Denver y Electroencefalograma.

**Criterios de exclusión**

- Pacientes que presentaron antecedentes heredofamiliares de enfermedad neurológica.
- Pacientes con diagnóstico de malformaciones neurológicas.
- Pacientes con antecedentes o diagnóstico de neuroinfección, asfixia neonatal, hemorragia intracraneal, trauma craneoencefálico o cualquier otro evento que contribuya a problemas del neurodesarrollo como por ejemplo parálisis cerebral infantil o síndrome de Down.
- Paciente con neumopatía crónica.

**Criterios de eliminación**

- Pacientes que no contaron con expediente completo.
- Pacientes que no acudieron a realización de TEST de DENVER y EEG y/o abandono de estudio.
- Pacientes que no contaron con consentimiento informado.
- Pacientes que no acudieron a la consulta externa.

## MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se revisó el expediente clínico completo e historia clínica de todos los pacientes entre 1 mes y 6 años referidos a la consulta externa de pediatría con diagnóstico de cardiopatía congénita en el Hospital Regional de Tlalnepantla en el año 2020.

Posterior a la revisión de expedientes se elaboró un instrumento de recolección de datos que contiene:

- 1) Historia clínica: la cual datos relevantes como nombre del paciente, edad, género, antecedentes heredofamiliares de cardiopatías.
- 2) Exploración física: con medición de perímetro cefálico, tono, fuerza muscular, asimetrías, reflejos osteotendinosos, pares craneales, movimientos anormales. Con énfasis en la evaluación del desarrollo y adquisición de hitos del desarrollo con la valoración de las áreas motor grueso, motor fino, social y lenguaje mediante el Test de Denver II entre 1 mes y 6 años de edad, tomando en cuenta el Índice de Desarrollo Mental, cuyo valor medio es 100, y por debajo de 2DS se considera bajo ( $\leq 70$ )
- 3) Se realizó estudio EEG a todos los pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita.

Los datos se procesaron en base de datos en formato Microsoft Excel, para posterior importarla a programa Small Stata 14.0. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencia absoluta expresada en porcentaje.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Para el procesamiento de la información de los datos fueron almacenados en hojas de cálculo del programa Excel.

En el análisis de los resultados se utilizó estadística descriptiva, mediante la obtención de frecuencias absolutas, porcentajes.

## **RECURSOS**

### **Materiales**

Expedientes Clínicos, pluma, hojas blancas, bola de lana, campana, pelota, caja de canicas, sonajero, frasco de aluminio con tapa a rosca, cubos, formato de recolección de datos, formato de Test de DENVER, EEG, computadora, proyector.

### **Humanos**

Personal Médico Especialista en Neurología pediátrica, personal de archivo, técnico en electrofisiología.

## **BIOETICA**

Conforme a las normas internacionales de investigación el estudio requiere consentimiento informado plasmado en el expediente clínico únicamente pues no habrá compromiso experimental alguno para el paciente, ni riesgo a la salud para los participantes inscritos.

De acuerdo a la declaración de Helsinki, la misión del médico salvaguardar la salud de las personas. La finalidad de la investigación biomédica que implica a personas debe ser la de mejorar los procedimientos diagnósticos, terapéuticos y profilácticos y el conocimiento de la etiología y patogénesis de la enfermedad. Deben adoptarse precauciones especiales en la realización de investigaciones que puedan afectar al medio ambiente, y debe respetarse el bienestar de los animales utilizados en la investigación. La Asociación Médica Mundial ha preparado las siguientes recomendaciones.

## **I. Principios básicos**

1. La investigación biomédica que implica a personas debe concordar con los principios científicos aceptados universalmente y debe basarse en una experimentación animal y de laboratorio suficiente y en un conocimiento minucioso de la literatura científica.
2. El diseño y la realización de cualquier procedimiento experimental que implique a personas debe formularse claramente en un protocolo experimental que debe presentarse a la consideración, comentario y guía de un comité nombrado especialmente, independientemente del investigador y del promotor, siempre que este comité independiente actúe conforme a las leyes y ordenamientos del país en el que se realice el estudio experimental.
3. La investigación biomédica que implica a seres humanos debe ser realizada únicamente por personas científicamente cualificadas y bajo la supervisión de un facultativo clínicamente competente. La responsabilidad con respecto a las personas debe recaer siempre en el facultativo médicamente calificado y nunca en las personas que participan en la investigación, por mucho que éstas hayan otorgado su consentimiento.
4. Debe respetarse siempre el derecho de las personas a salvaguardar su integridad. Deben adoptarse todas las precauciones necesarias para respetar la intimidad de las personas y reducir al mínimo el impacto del estudio sobre su integridad física y mental y su personalidad.
5. En la publicación de los resultados de su investigación, el médico está obligado a preservar la exactitud de los resultados obtenidos.
6. En toda investigación en personas, cada posible participante debe ser informado suficientemente de los objetivos, métodos, beneficios y posibles riesgos previstos y las molestias que el estudio podría acarrear. Las personas deben ser informadas de que son libres de no participar en el estudio y de revocar en todo momento su consentimiento a la participación. Seguidamente, el médico debe obtener el consentimiento informado otorgado libremente por las personas, preferiblemente por escrito.
7. En el caso de incompetencia legal, el consentimiento informado debe ser otorgado por el tutor legal en conformidad con la legislación nacional. Si una incapacidad física o mental imposibilita obtener el consentimiento informado, o si la persona es menor de edad, en conformidad con la legislación nacional la

autorización del pariente responsable sustituye a la de la persona. Siempre y cuando el niño menor de edad pueda de hecho otorgar un consentimiento, debe obtenerse el consentimiento del menor además del consentimiento de su tutor legal.

8. El protocolo experimental debe incluir siempre una declaración de las consideraciones éticas implicadas y debe indicar que se cumplen los principios enunciados en la presente Declaración.

## **II. Investigación médica combinada con asistencia profesional (Investigación clínica)**

1. Los posibles beneficios, riesgos y molestias de un nuevo procedimiento deben sopesarse frente a las ventajas de los mejores procedimientos diagnósticos y terapéuticos disponibles.

2. La negativa del paciente a participar en un estudio jamás debe perturbar la relación con su médico.

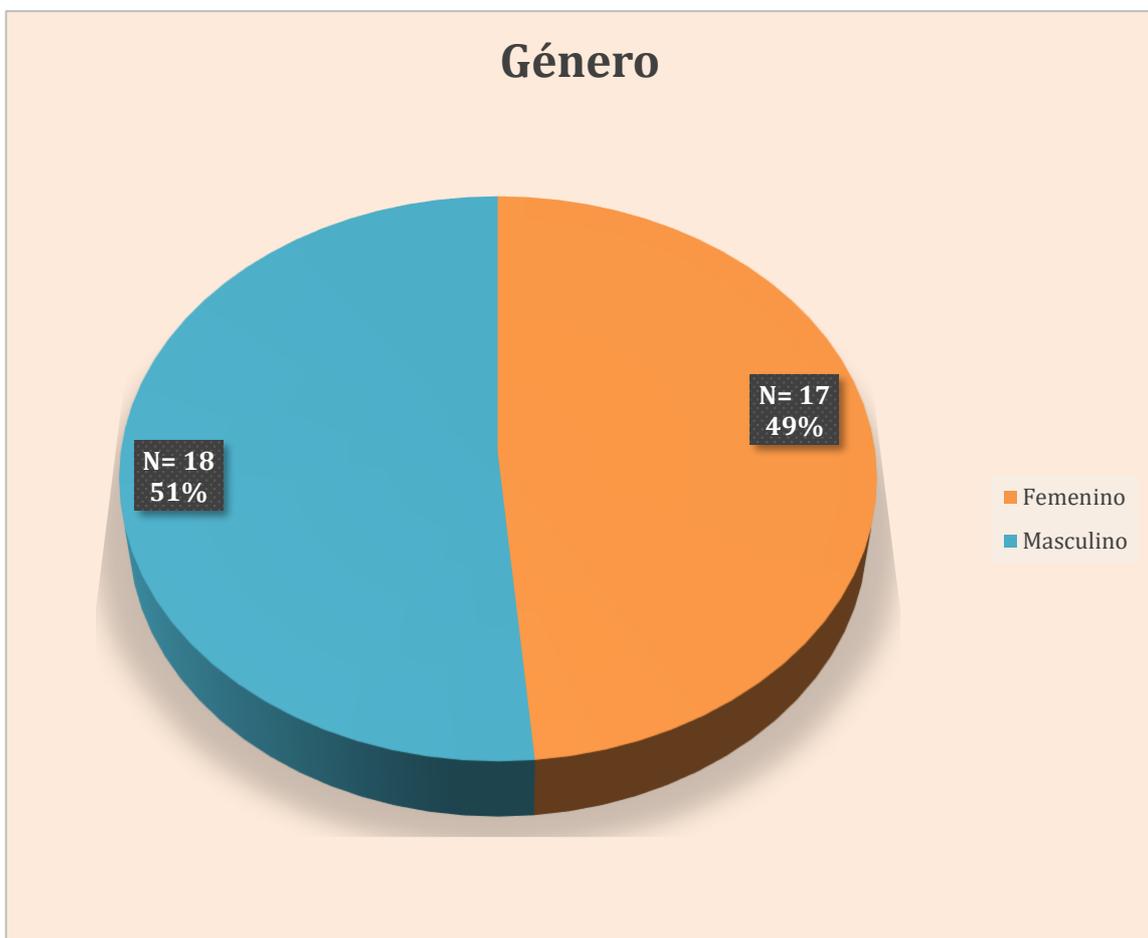
3. El médico podrá combinar investigación médica con asistencia profesional, con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos médicos, únicamente en la medida en que la investigación médica esté justificada por su posible utilidad diagnóstica o terapéutica para el paciente.

## RESULTADOS

### 1. Descripción de la muestra

Se reunió una muestra de 35 pacientes, distribuyéndose en género femenino 17 pacientes (49%) y género masculino 18 pacientes (51%) (Gráfica 1a).

Gráfica 1a. Los N= 35 pacientes, organizados por género



Fuente: Hoja de recolección de datos (Anexo 4). Archivo clínico.

Los pacientes se encontraron dentro de dos grupos etarios, correspondiendo a: Lactantes 21 (60%) y Preescolares 14 pacientes (40%).

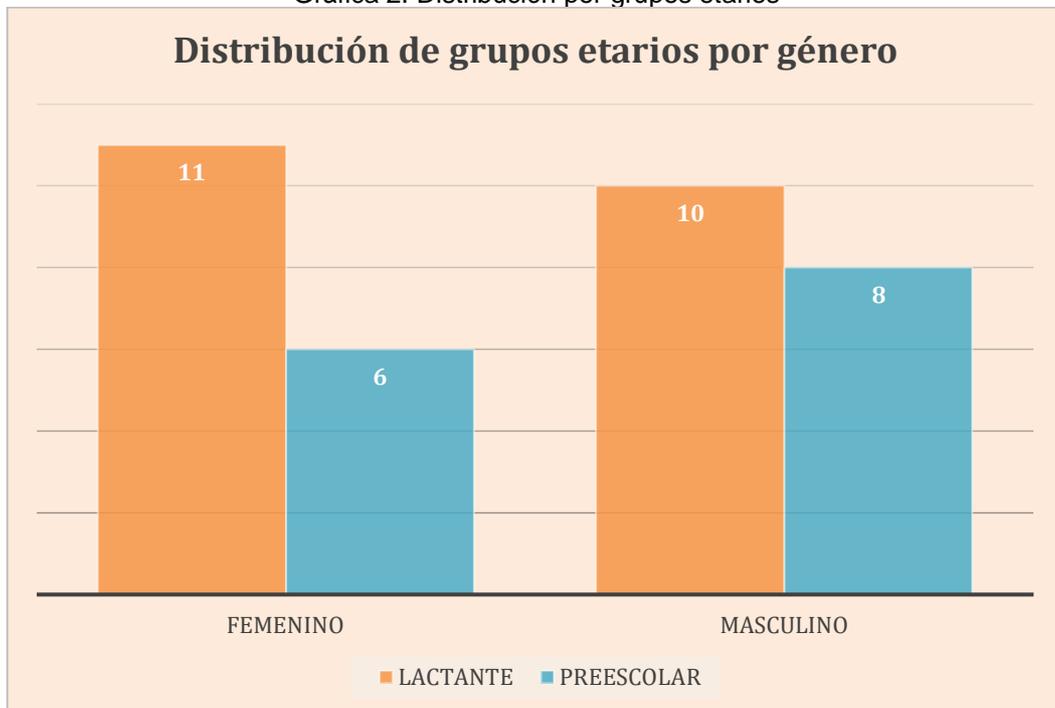
Gráfica 1b. Distribución por grupos etarios



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

La comparativa entre grupos etarios y género (Gráfica 2).

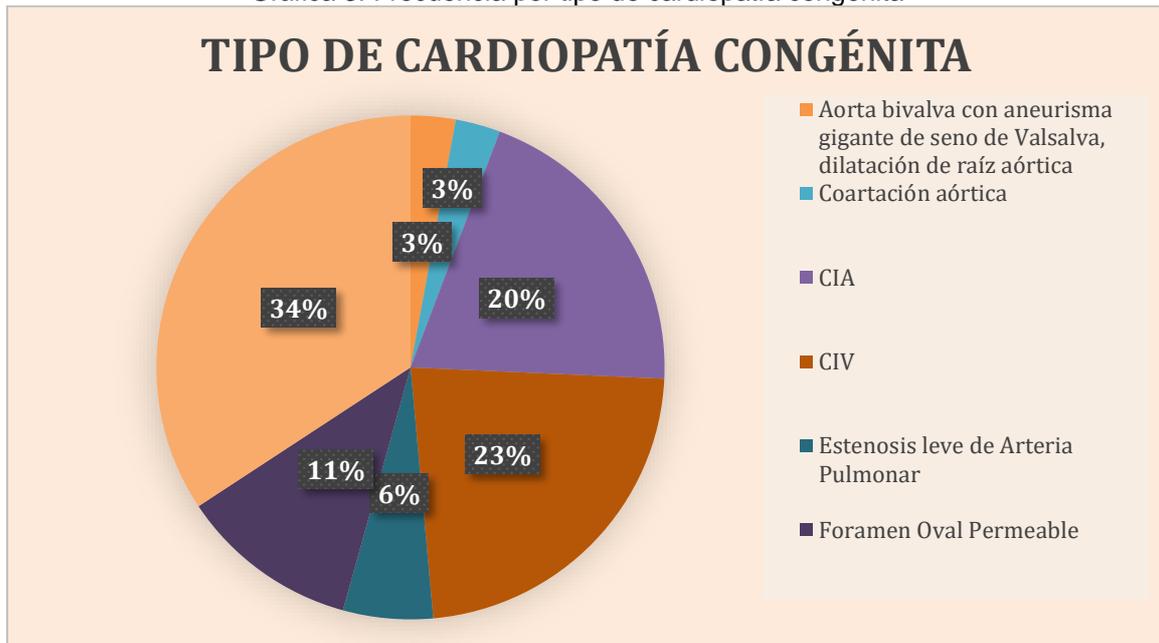
Gráfica 2. Distribución por grupos etarios



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

La frecuencia del tipo de cardiopatía se representa en la gráfica 3. Donde se desprende por orden de frecuencia Persistencia de conducto arterioso 12 pacientes (34.2%), Comunicación interventricular 8 (22.8%), Comunicación interauricular 7 (20.0%), Foramen Oval permeable 4 (11.4%), Estenosis de la arteria pulmonar leve 2 (5.7%), Coartación de la Aorta 1 (2.8%) y Aorta bivalva con aneurisma gigante de seno de Valsalva, dilatación de raíz aórtica 1 (2.8%).

Gráfica 3. Frecuencia por tipo de cardiopatía congénita



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

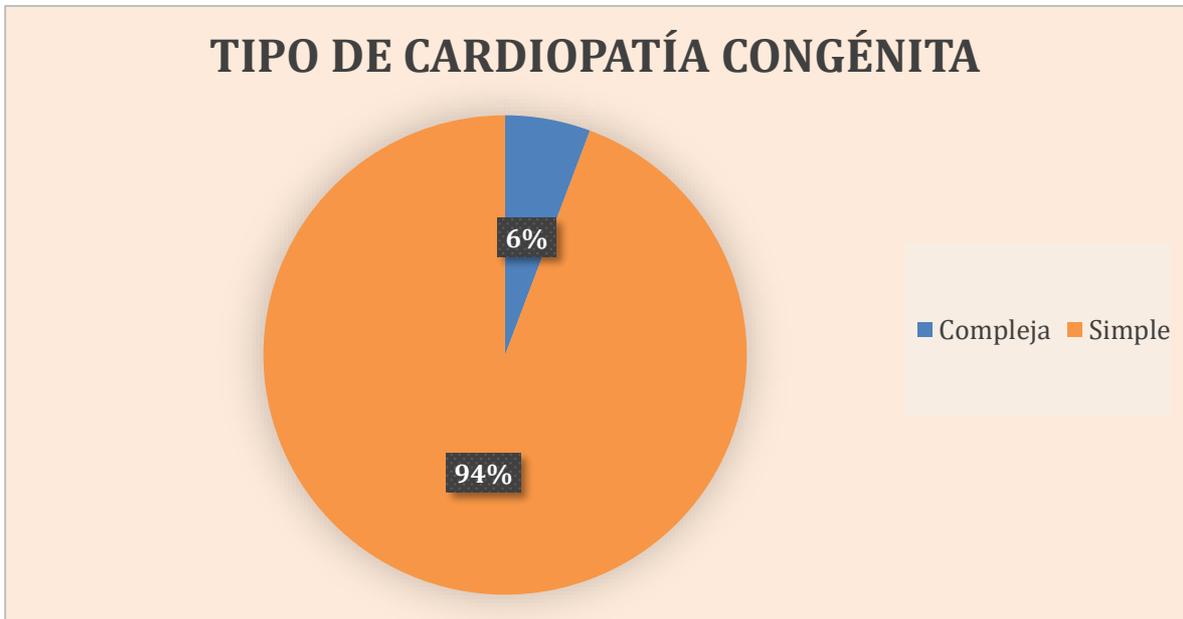
Gráfica 4. Número de casos por tipo de cardiopatía congénita



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

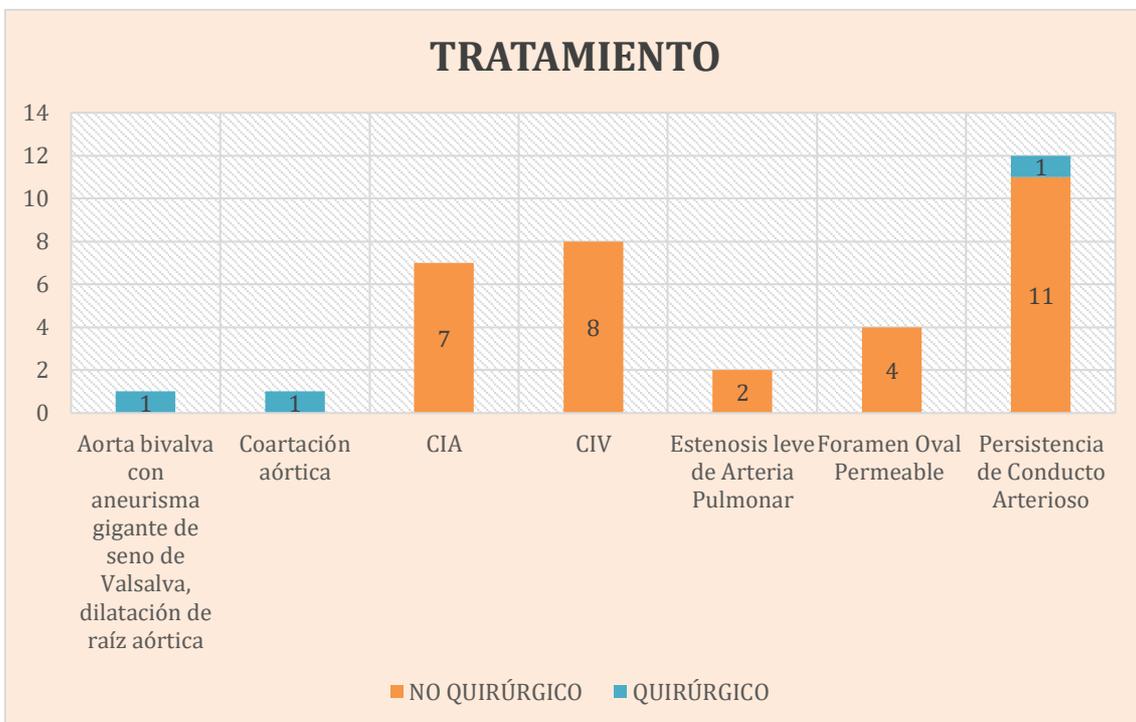
La distribución de los tipos de cardiopatía congénita (CC) se muestra en la gráfica 5, la cual representó CC simple 33 (94.2%) y CC compleja 2 (5.7%).

Gráfica 5. Tipo de cardiopatía congénita de acuerdo con complejidad



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

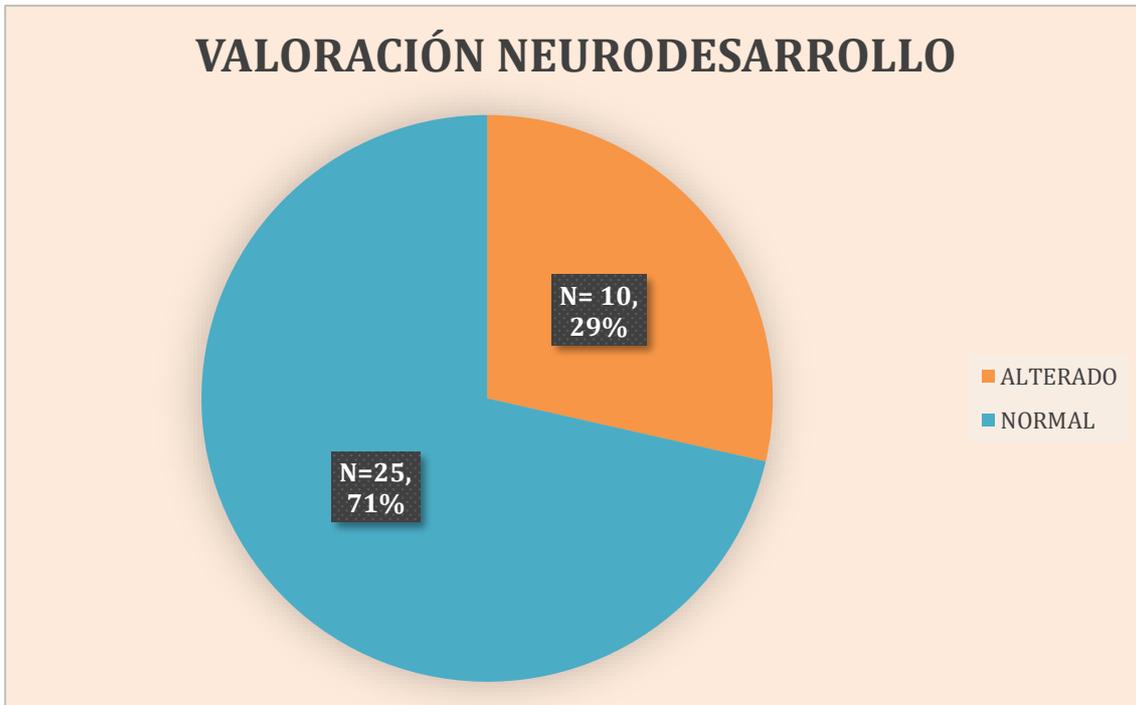
Gráfica 6. Tipo de manejo de acuerdo a cardiopatía congénita.



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

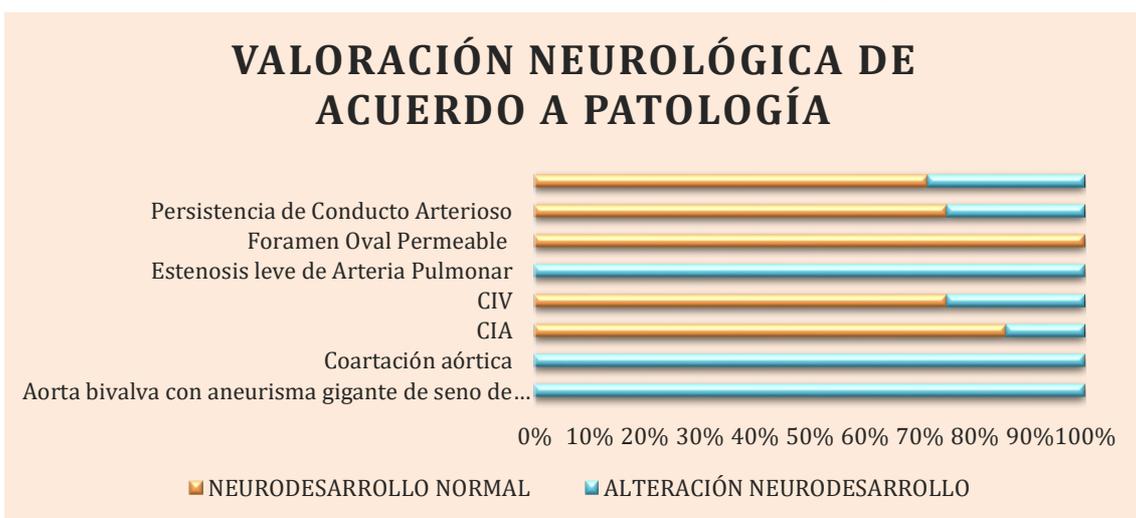
La relación que existe entre la presencia de cardiopatía congénita y alteración en el neurodesarrollo se representa en la Gráfica 7, en donde se desprende que 25 pacientes (71%) cuenta con valoración neurológica normal, mientras que 10 pacientes (29%), cuenta con alteración en una o más áreas del neurodesarrollo.

Gráfica 7. Relación entre Cardiopatía congénita y Valoración neurodesarrollo



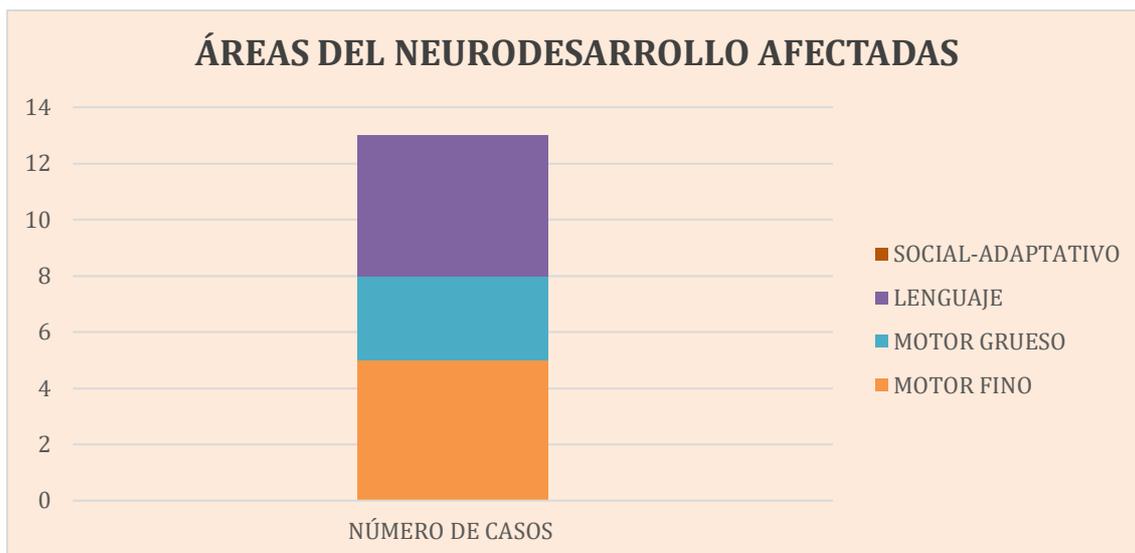
Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

Gráfica 8. Valoración neurológica de acuerdo a patología



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

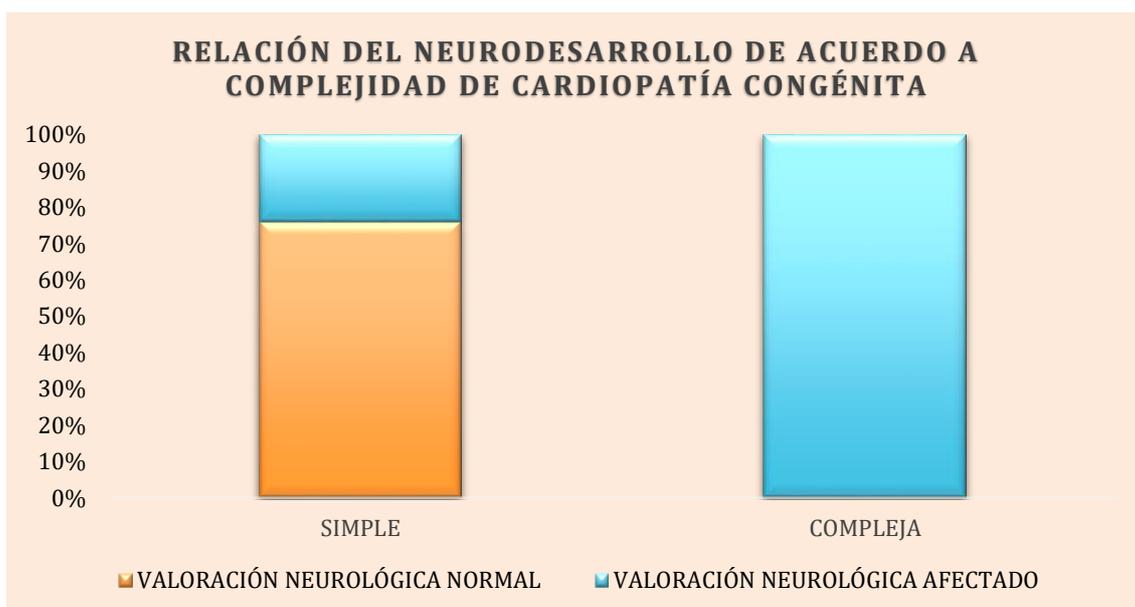
Gráfica 9. Alteración del neurodesarrollo de acuerdo a área evaluada.



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

La gráfica 10 muestra la relación del neurodesarrollo de acuerdo con la complejidad de la cardiopatía congénita, el cual representa que el 100% de las cardiopatías complejas (N= 2 pacientes) muestra alteración en una o más áreas del neurodesarrollo, mientras existe alteración del neurodesarrollo en el 32% de las cardiopatías congénitas simples (N= 8 pacientes).

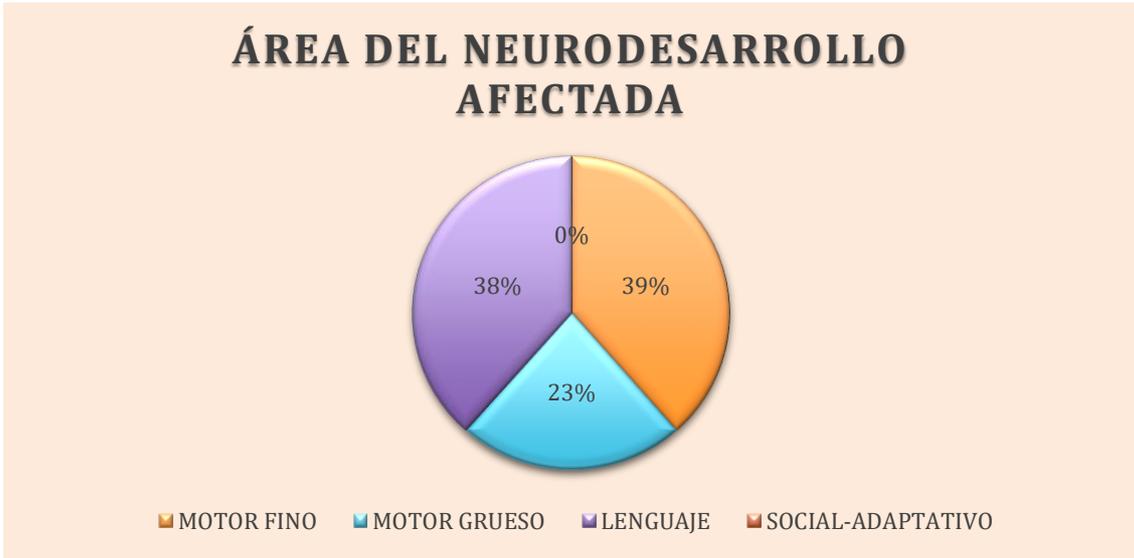
Gráfica 10. Relación de alteración del neurodesarrollo de acuerdo con complejidad de cardiopatía



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

La gráfica 11 muestra la distribución de acuerdo con el porcentaje de las áreas del neurodesarrollo alteradas a la exploración física, representando afección en el área Motora fina en el 39% de los casos (5 pacientes), lenguaje 38% (5 pacientes) y motor grueso 23% (3%).

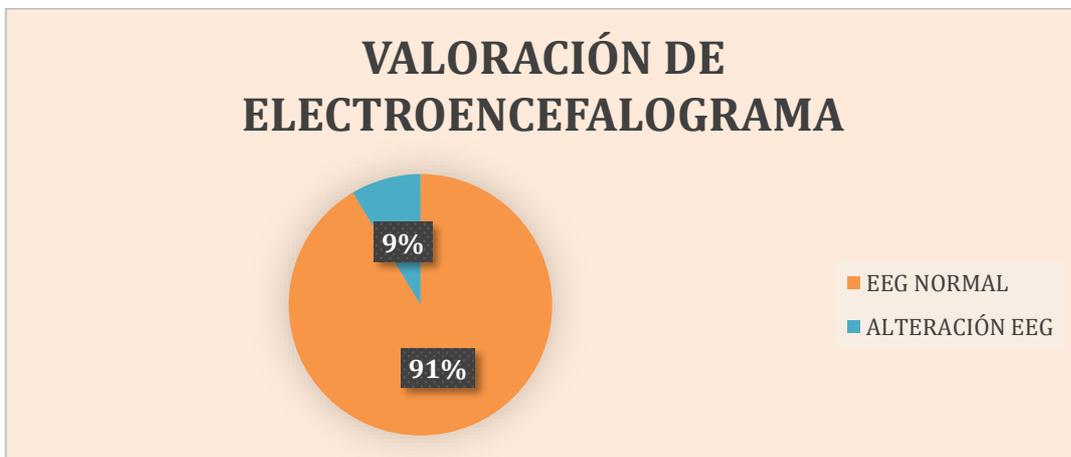
Gráfica 11. Relación de las principales áreas del neurodesarrollo afectadas



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

La relación entre la presencia de cardiopatía congénita y alteración en el registro de electroencefalograma se representa en la gráfica 12, presentándose en 3 casos (9%) del total de pacientes valorados.

Gráfica 12. Relación Cardiopatía congénita y alteración en el Electroencefalograma



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

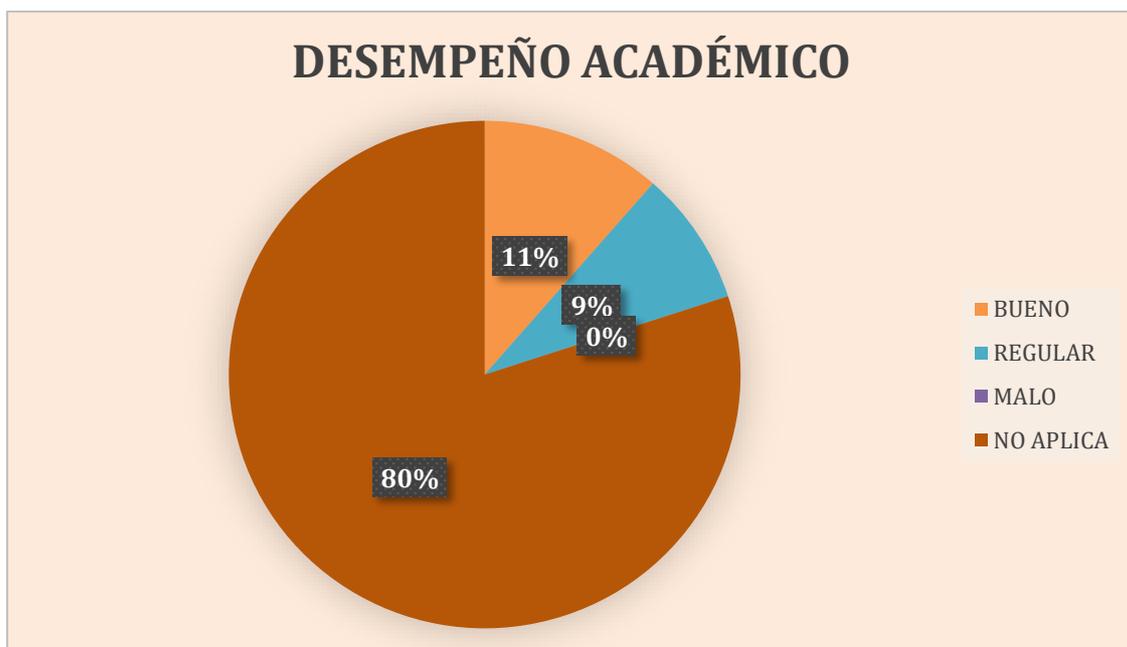
Gráfica 13. Alteración del EEG de acuerdo a cardiopatía congénita.



Fuente: Hoja de recolección de datos. Archivo clínico.

Se evaluó el desempeño académico a partir del nivel preescolar, en la gráfica 14 se representa siendo expresado por lo padres como bueno en 4 pacientes (11%), Regular 3 pacientes (9%), y pacientes que no aplicaba esta variable comentada representó el 80% siendo 28 pacientes.

Gráfica 14. Desempeño académico en pacientes con cardiopatía congénita



Fuente: Hoja de recolección de datos (Anexo 4). Archivo clínico.

## DISCUSIÓN

Las cardiopatías congénitas son afecciones que tiene repercusión importante en el crecimiento y desarrollo del niño, debido a varios factores simultáneos, que de manera constante y crónica repercuten negativamente. La presencia de estudios con evidencia acerca del efecto nocivo de la hipoxia en la capacidad funcional del sistema nervioso central y el desarrollo cognitivo han determinado la importancia para el tamizaje y manejo oportuno, con la finalidad de mejorar en términos de rendimiento académico, problemas de aprendizaje, problemas de conducta, dificultades con la cognición social y el trastorno de déficit de atención e hiperactividad.

En nuestro país se desconoce la prevalencia real de cardiopatías congénitas, sin embargo, a nivel mundial según la Organización Panamericana de Salud (OPS/OMS) la prevalencia es de 2.1 a 12.3 por 1000 recién nacidos vivos; y 3 de cada 1000 de estos casos requiriendo de intervención quirúrgica o por cateterismo de manera temprana. En México, en el 2019 (INEGI) se reportó una tasa de natalidad de 2,092, 214 nacimientos; con base a lo anterior, se calcula que alrededor de 4 mil a 25 mil niños nacen con algún tipo de malformación a nivel del corazón.

En este estudio se identificó a una población de 35 pacientes (100%), de un mes a 6 años, representando el tipo de cardiopatía congénita simple en el 94.2% (33 pacientes) y cardiopatía congénita compleja en el 5.7% (2 pacientes) con antecedentes de corrección quirúrgica en periodo le lactante. Las comparaciones entre variables cuantitativas se realizó principalmente mediante T de Student, recogiendo la incidencia de cardiopatía congénita por orden de frecuencia arrojó Persistencia de conducto arterioso 12 pacientes (34.2%), Comunicación interventricular 8 (22.8%), Comunicación interauricular 7 (20.0%), Foramen Oval permeable 4 (11.4%), Estenosis de la arteria pulmonar leve 2 (5.7%), Coartación de la Aorta 1 (2.8%) y Aorta bivalva con aneurisma gigante de seno de Valsalva, dilatación de raíz aórtica 1 (2.8%).

Durante este estudio se estableció la relación que existe entre cardiopatía congénita y la presencia de alteración en una o más áreas del neurodesarrollo mediante la prueba de Fisher, arrojando el 71% de los pacientes con valoración normal (25 pacientes), mientras que 10 de los pacientes (29%) presentó retraso en una o más áreas. De acuerdo con esto se relacionó en base a complejidad de cardiopatía, encontrándose el 100% de los pacientes (n=2) con cardiopatía compleja muestra alteración en el neurodesarrollo y pacientes con cardiopatía simple presenta alteración sólo en el 32% de los casos (n=8 pacientes). En el artículo *Neurodevelopmental Outcomes in children with congenital heart disease- What can we impact?*, 2016; identificaron factores de riesgo que contribuyen como mecanismo de lesión del Sistema Nervioso Central, dentro de los que describen prenatales confirmando mediante resonancia magnética y ecocardiografía Doppler anomalías en el flujo sanguíneo, conduciendo a la inmadurez del desarrollo cerebral; así como factores perioperatorios, los cuales incluyeron hipoxemia, hipoperfusión cerebral, embolia cerebral, uso de hemodilución, secuestro circulatorio hipotérmico profundo, uso de esteroides, valores de glucosa y tipo de manejo de gases en sangre; y por último factores post quirúrgicos relacionados con el aumento de las necesidades metabólicas del cerebro.

En base al estudio del 2013 de Khalil, A. Stuff y colaboradores “*Brain Abnormalities and Neurodevelopmental Delay in Congenital Heart Disease: Systematic Review and Meta-analysis*” se describen las lesiones cerebrales incluyendo ventriculomegalia, lesión de la sustancia blanca, lesiones isquémicas, leucomalacia periventricular, accidente cerebrovascular y atrofia cerebral dando como resultado a las anomalías más comúnmente reportadas convulsiones, alteraciones en el tono, reducción del nivel de consciencia y retraso en el desarrollo motor; en esta investigación realizada se encontró que el área del neurodesarrollo más afectada es el área motora fina en el 39% de los casos, lenguaje 38% y motor grueso 23%.

En el trabajo publicado en la Gaceta Médica 2013, “*Alteraciones electroencefalográficas y del neurodesarrollo en niños portadores de cardiopatías congénitas severas*”, las alteraciones en el electroencefalograma

observadas más comúnmente se presentaron en las regiones frontocentrales y frontales, siendo de tipo punta onda, con la afección correspondiente al área de motricidad gruesa y fina en aquellos pacientes con cardiopatía congénita con compromiso hemodinámico severo. En nuestro estudio se evaluó mediante el registro de electroencefalograma tanto a pacientes con cardiopatía congénita simple, así como compleja, arrojándose la presencia de patrón lento en el 9% de los pacientes, correspondiendo a aquellos que habían recibido manejo intervencionista o quirúrgico.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en este estudio fueron relevantes para la población pediátrica en el Hospital Regional Tlalnepantla, debido a que las valoraciones en los pacientes con cardiopatía congénita indican presencia de retraso en el desarrollo motor y área del lenguaje, así como cambios en el electroencefalograma.

De acuerdo con este estudio es indispensable la detección de factores de riesgo descritos de manera perioperatoria, además de la evaluación de las 4 áreas del desarrollo de acuerdo con edad y electroencefalográfico.

Por lo anterior, se perfila como favorable que los niños con cardiopatía congénita sean evaluados de manera continua mediante protocolos de detección, para su derivación oportuna a programas de atención primaria y rehabilitación.

## **SUGERENCIAS**

Se encontró que existe alteración en uno o más áreas del desarrollo en aquellos pacientes con cardiopatía congénita compleja ocasionando alteración en el desarrollo de la población pediátrica; por lo que se sugiere realizar una evaluación inicial a todo paciente en el momento del diagnóstico de cardiopatía congénita, mediante el Test Denver así como Electroencefalografía, para evidenciar retraso en alguna área del desarrollo, así como evaluaciones seriadas.

Se sugiere además la realización de programas para la identificación a edades tempranas de cardiopatías congénitas, y así mismo la atención de manera oportuna de aquellos pacientes con alteración en su evaluación del neurodesarrollo mediante programas de estimulación temprana.

## Bibliografía:

1. Dr. Martínez y Martínez R. 2016. *Salud y Enfermedad del Niño y del adolescente*. Ciudad de México, México. Editorial El Manual moderno, S.A. de C.V.
2. Metwally, Y. 2012. *Textbook of clinical electroencephalography*. Cairo, Egipto.
3. Tatum, W.O. Husain, A. Benbadis, S.R. Kaplan, P.W. 2008. *Handbook of EEG interpretation*. United States of America. Demos Medical Publishing, LLc.
4. Laoprasert, P. 2011. *Atlas of Pediatric EEG*. Colorado, United States of America. Editorial McGraw Hill.
5. Merino, M. Martínez, A. 2007. *Electroencefalografía convencional en pediatría: Técnica e interpretación*. Madrid, España. An Pediatr Contin 2007;5(2):105-8.
6. Albert Brotons Dimpna, C. 2015. *Cardiología pediátrica y cardiopatías congénitas del niño y del adolescente*. Madrid, España. CTO Editorial.
7. Sierra Pacheco, M. 2011. *Repercusión de las alteraciones congénitas del corazón en el crecimiento y desarrollo del niño*. Revista Mexicana de Enfermería Cardiológica. Volumen 19. Número 1. P 21-26.
8. Mendoza-Sánchez, V. Hernández-Negrete, L.E. Cázarez-Ortiz, M. González, E. Guido-Campuzano, M.A. (2019). *Neurodesarrollo en niños con cardiopatía congénita a los 30 meses de edad*. Centro Médico Nacional 20 de Noviembre. Revista Mexicana de Pediatría. Vol. 86, no. 4. Pp 143-146.
9. Dra. Rodríguez, E. Muro, V. (2011). *Determinación de factores de riesgo para el neurodesarrollo en pacientes con cardiopatía congénita diagnosticada en periodo neonatal*. Neurodesarrollo en cardiopatía congénita. Medicina infantil. XVIII; Pp. 149-156.
10. Esquivel-Hernández, F. J. Pliego-Rivero, F.B. Mendieta-Alcántara, G. Ricardo-Garcell, J. Otero-Ojeda G. (2013). *Alteraciones electroencefalográficas y del neurodesarrollo en niños portadores de cardiopatías congénitas severas*. Gaceta Médica de México. 149:605-12. Pp. 605-612.
11. Wernovsky, G. MD. J. Licht, D. MD. (2016). *Neurodevelopmental*

- Outcomes in children with congenital heart disease-What can we impact?.* Society of Critical care medicine and the world federation of pediatric intensive and critical care societies. Volume 17. Number 8. Pp 232-242.
12. Khalil, A. Suff, N. Thilaganathan, B. Hurrell, A. Cooper, D. Carvalho, J. *Brain Abnormalities and Neurodevelopmental Delay in Congenital Heart Disease: Systematic Review and Meta-analysis.*
  13. Morton, P. D. Ishibashi, N. Jonas, R. (2017). *Neurodevelopmental Abnormalities and Congenital Heart Disease. Insights Into Altered Brain Maturation.* Center for Neuroscience Research and Children's National Heart Institute, Children's National Health System, Washington, DC. American Heart Association. 120. Pp. 960-977.
  14. Nattel, S. Adrianzen, L. MD. C. Kessler, E. RN. Andelfinger, G. MD. Dehaes, M. Ph. Cote-Corriveau, D.G.M. Trelles, P. MD. (2017). *Congenital Heart Disease and Neurodevelopment: Clinical Manifestations, Genetics, Mechanisms and Implications.* Canadian Journal of Cardiology, Pp 1-48.
  15. Marino, S. B. Lipkin, P.H. Newburger, J.W. Peacock, G. Gerdes, M. Gaynor, W. Mussalito, K.A. Uzark, K. (2012). *Neurodevelopmental Outcomes in children with congenital heart disease: Evaluation and Management.* A Scientific Statement from the American Heart Association. 2012:126:1143-1172.
  16. Donofrio, M. T. Massaro, N. (2010). *Impact of congenital Heart Disease on Brain Development and Neurodevelopmental Outcome.* International Journal of Pediatrics. Volume 2010. Pp 1-13.
  17. Gerdes, M. Flynn, T. (2010). *Clinical assessment of neurobehavioral outcomes in infants and children with congenital heart disease.* Department of child and Adolescent Psychiatry and Behavioral science, The Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, PA, USA. Elsevier. Pp. 97-105
  18. Eméfah, C.L. Yu, S. Donohue, J. Lowery, R. Butcher, J. K. Pasquali, S. S. Goldberg, C. Uzark, K. (2018). *Prevalence and risk factors associated with non-attendance in neurodevelopmental follow-up clinic among infants with CHD.* Cardiology in the Young Cambridge University Press. 28, 554-560.

19. Mendoza Carretero, Ma. Del R. Ares Segura, S. Sáenz-Rico de Santiago, B. (2017). *Detección precoz de trastornos del neurodesarrollo en los primeros años de vida en niños con cardiopatías congénitas*. Revista Española de Discapacidad. 5 (1):99-111.
20. Esquivel Hernández, F.J. Mendieta-Alcántara, G.G. Pliego-Rivero, F.B. Otero-Ojeda, G. A. (2015). *Alteraciones electroencefalográficas y del neurodesarrollo en cardiopatías congénitas severas. Estudio de seguimiento*". Gaceta Médica de México 2015;151:588-98.

## ANEXOS:

### ANEXO 1. Reflejos primarios y valoración del desarrollo por grupo de edad

	28	30	32	34	36	38	40
Succión	Débil, no sincronizado con la deglución		Más fuerte y mejor sincronizado con la deglución		Adecuado		
Prensión palmar	Presente pero débil			Más fuerte		Excelente	
Respuesta a tracción	Ausente		Inicia	Suficientemente fuerte para sostener parte de su cuerpo		Suficientemente fuerte para sostener todo su cuerpo	
Reflejo de Moro	Débil, realizado una sola ocasión, incompleto		Completo				
Extensión cruzada	Flexión y extensión sin un patrón específico		Buena extensión pero sin tendencia a la aducción		Tendencia a la aducción, pero imperfecta		Respuesta completa con extensión y aducción, ortijos en abanico
Marcha automática			Inicia, con la punta de los ortijos con buen apoyo sobre plantas y reacción de extensión de las piernas por pocos segundos				Un prematuro, al llegar a las 40 semanas, camina en progresión ortejotalón o sobre la punta de los ortijos Un RN de término camina en progresión talón-ortejo sobre la planta completa del pie
Bóveda palatina	Buena con estimulación enérgica		Buena con estimulación gentil		Buena		Buena
Respuesta pupilar	Presente		Presente		Presente		Presente

Fuente: Amiel-Tison C, Davis SW. Neurologic Examination. Rudolph's Pediatrics, 19th ed. Appleton & Lange; 1991. p. 1771.

### CUADRO 1. Reflejos primarios del recién nacido

<p><b>Área neuromotriz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desaparición de reflejos primitivos y por inmadurez neurológica</li> <li>Tendencia motriz gradual a disociar segmentos corporales con el movimiento</li> <li>La maduración muscular requiere tono muscular, direccionalidad de un reflejo postura, fuerza, velocidad de reacción e incluso su inhibición</li> <li>Los parámetros anteriores son en función de observar la calidad de desarrollo neuromotriz bajo guías de desarrollo preestablecidas, como por ejemplo: guía Portage, Nebraska, Milani-Comparetti, entre otros</li> </ul> <p><b>Área cognitiva</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacia el segundo mes de vida tiende a fijar su atención en el rostro humano que le alimenta</li> <li>Se indica el proceso de separación e individuación (nacimiento del sí mismo)</li> <li>De los seis a los nueve meses es capaz de reconstruir en su mente un objeto parcialmente oculto</li> <li>De los 11 a los 18 meses va refinando su conducta para buscar objetos de su atracción</li> </ul> <p><b>Área afectiva y psicosocial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Del segundo al octavo mes el niño y su madre forman una misma unidad como representación mental</li> <li>Hacia el tercer mes sonríe socialmente al rostro humano</li> <li>El proceso de separación e individuación inicia aproximadamente hacia el séptimo mes y se consolida hasta los 36 meses de edad</li> <li>Entre el séptimo y noveno mes, el niño es capaz de distinguir el rostro de la madre del de otras personas</li> <li>Entre los 18 y 24 meses conoce y usa la expresión verbal "no como un fenómeno inicial de autoafirmación"</li> </ul>
--

### CUADRO 2. Orientación para la valoración del desarrollo en el lactante.

**Cuadro 8–2. Orientación para la valoración del desarrollo en el preescolar (2–6 años). Comportamiento esperado**

**Área neuromotriz**

- A los 24 meses de edad puede correr y subir escaleras apoyando los dos pies en cada escalón
- A los 30 meses de edad alterna los pies al subir escaleras y logra el equilibrio momentáneo en un solo pie
- A los cuatro años inicia el trazo de la figura humana con la representación de caras circulares
- A los cinco años integra en el dibujo las partes principales del cuerpo

**Área cognitiva**

- Representación mental del ambiente
- Dirige su atención hacia sus genitales
- Se inician los procesos de identificación en el aprendizaje
- Curiosidad por la diferencia de sexos y procedencia de los bebés

**Área afectiva**

- Desarrollo de confianza básica
- Conflicto en la lucha por conseguir los afectos del progenitor del sexo contrario, contra el progenitor del mismo sexo
- Surgen los miedos infantiles como parte de los mecanismos defensivos psicológicos de proyección y desplazamiento

**Área psicosocial**

- La posibilidad de identificarse con una figura “amenazante” en el proceso edípico, le permite su desenvolvimiento en el mundo y con la sociedad

**CUADRO 3. Orientación para la valoración del desarrollo en el preescolar (2-6 años).**

**Cuadro 8–2. Orientación para la valoración del desarrollo en el preescolar (2–6 años). Comportamiento esperado**

**Área neuromotriz**

- A los 24 meses de edad puede correr y subir escaleras apoyando los dos pies en cada escalón
- A los 30 meses de edad alterna los pies al subir escaleras y logra el equilibrio momentáneo en un solo pie
- A los cuatro años inicia el trazo de la figura humana con la representación de caras circulares
- A los cinco años integra en el dibujo las partes principales del cuerpo

**Área cognitiva**

- Representación mental del ambiente
- Dirige su atención hacia sus genitales
- Se inician los procesos de identificación en el aprendizaje
- Curiosidad por la diferencia de sexos y procedencia de los bebés

**Área afectiva**

- Desarrollo de confianza básica
- Conflicto en la lucha por conseguir los afectos del progenitor del sexo contrario, contra el progenitor del mismo sexo
- Surgen los miedos infantiles como parte de los mecanismos defensivos psicológicos de proyección y desplazamiento

**Área psicosocial**

- La posibilidad de identificarse con una figura “amenazante” en el proceso edípico, le permite su desenvolvimiento en el mundo y con la sociedad

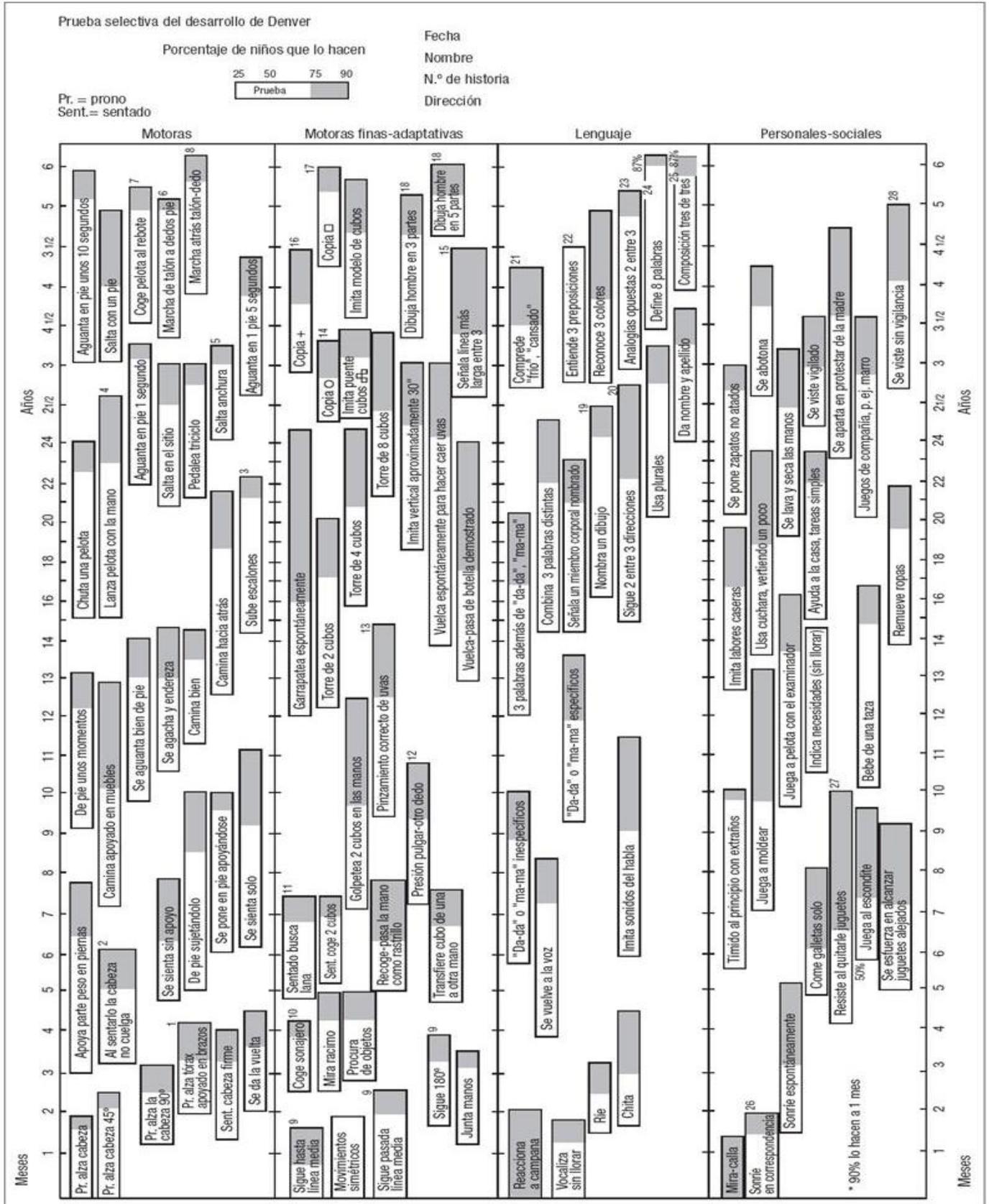
**CUADRO 4. Evaluación del desarrollo de los 6 a los 12 años. Conducta mínima esperada.**

# ANEXO 2.

## ESCALA DENVER II

NOMBRE:

EDAD:



### ANEXO 3.

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACIÓN

NOMBRE COMPLETO DE LA UNIDAD MÉDICA: <b>HOSPITAL REGIONAL TLALNEPANTLA, ISSEMyM</b>	FECHA:
NOMBRE COMPLETO DEL PACIENTE:	CLAVE:
NOMBRE COMPLETO DEL RESPONSABLE DEL PACIENTE:	PARENTESCO CON EL PACIENTE: Familiar ( ) Representante legal ( ) Otro ( )

Por medio del presente, en plena capacidad de mis facultades como RESPONSABLE DEL PACIENTE y de acuerdo a las indicaciones del personal médico de esta Institución, doy mi consentimiento para la inclusión de mi familiar al protocolo de estudio **VALORACIÓN DEL DESARROLLO NEUROLÓGICO Y DEL ELECTROENCEFALOGRAMA EN LOS NIÑOS CON CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS EN EL HOSPITAL REGIONAL TLALNEPANTLA EN EL AÑO 2020.**

Declaro que fueron explicados a mi entera satisfacción, por lo que acepto, autorizo y doy mi consentimiento en forma libre, espontánea y sin ningún tipo de presión para que se realice el estudio de Electroencefalograma, así como valoración neurológica.

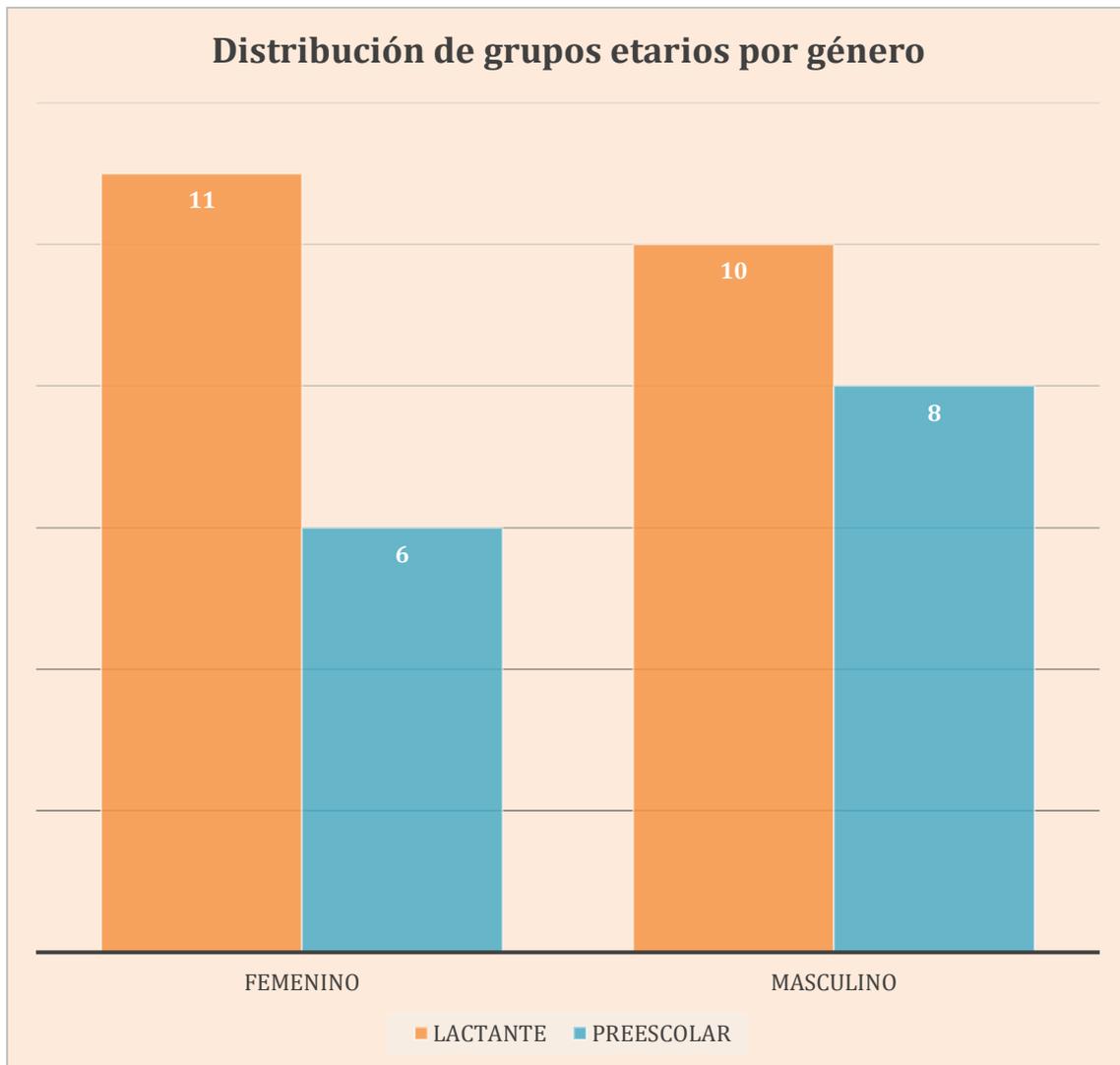
Así mismo, autorizo que este caso sea autorizado con fines de estudio y estadísticos en cualquier nivel de aprendizaje médico, bajo las normas bioéticas establecidas con seguridad en la confidencialidad y la protección de datos.

De igual manera sé y comprendo, que en cualquier momento puedo revocar por escrito el consentimiento que

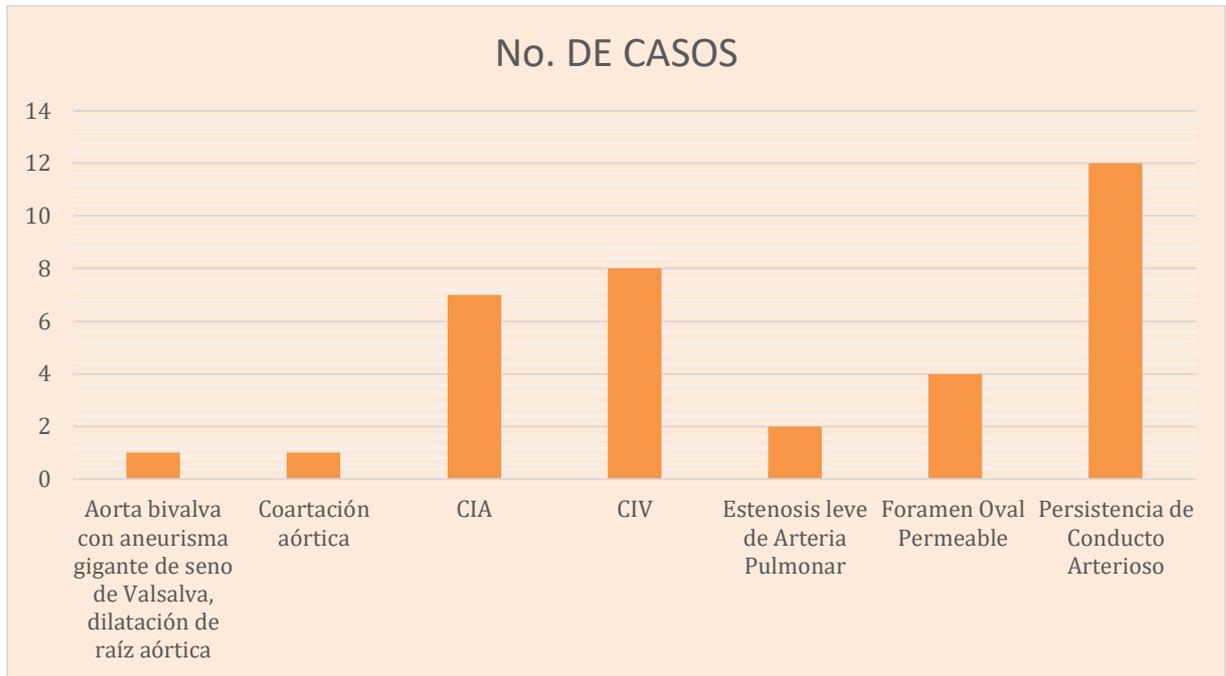
<b>FAMILIAR RESPONSABLE</b>  _____ Nombre completo y Firma	<b>MÉDICO INFORMANTE</b>  _____ Nombre completo y Firma
<b>TESTIGO</b>  _____ Nombre completo y Firma	<b>TESTIGO</b>  _____ Nombre completo y Firma

**ANEXO 4.**

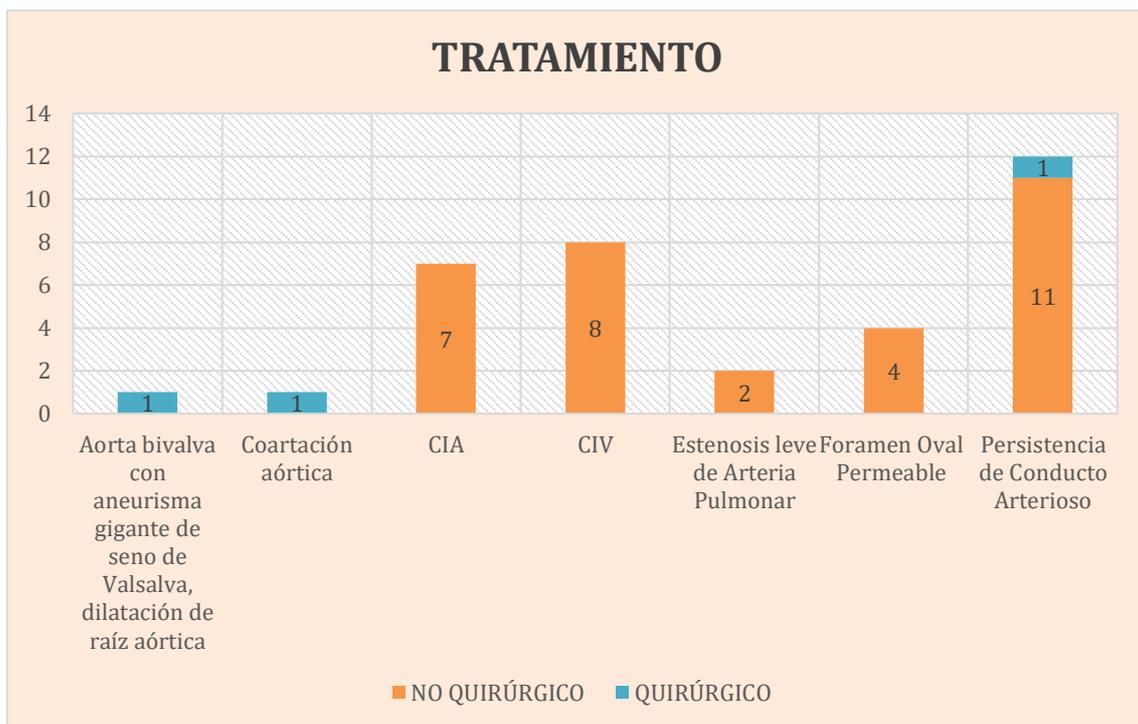
**GRÁFICA DISTRIBUCIÓN DE GRUPOS ETARIOS EN EL GÉNERO DE LOS PACIENTES**



## TIPO DE CARDIOPATÍA CONGÉNITA

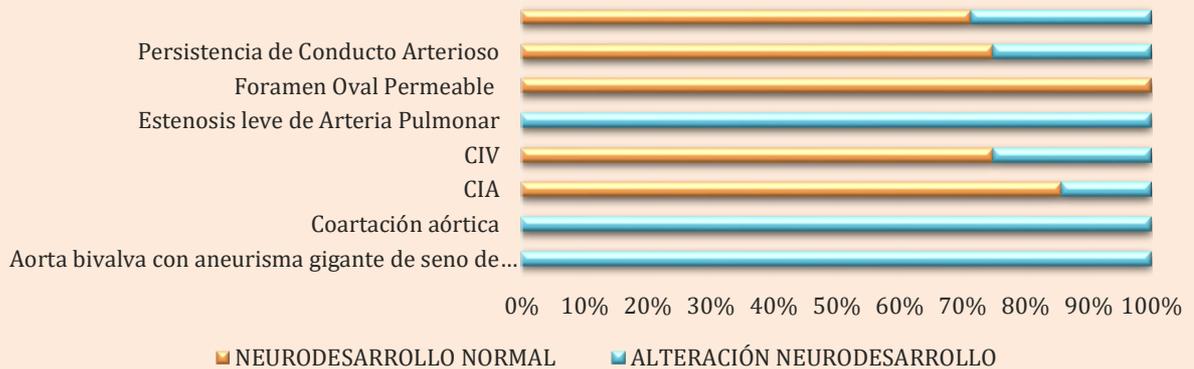


## TIPO DE MANEJO DE ACUERDO CON CARDIOPATÍA CONGÉNITA



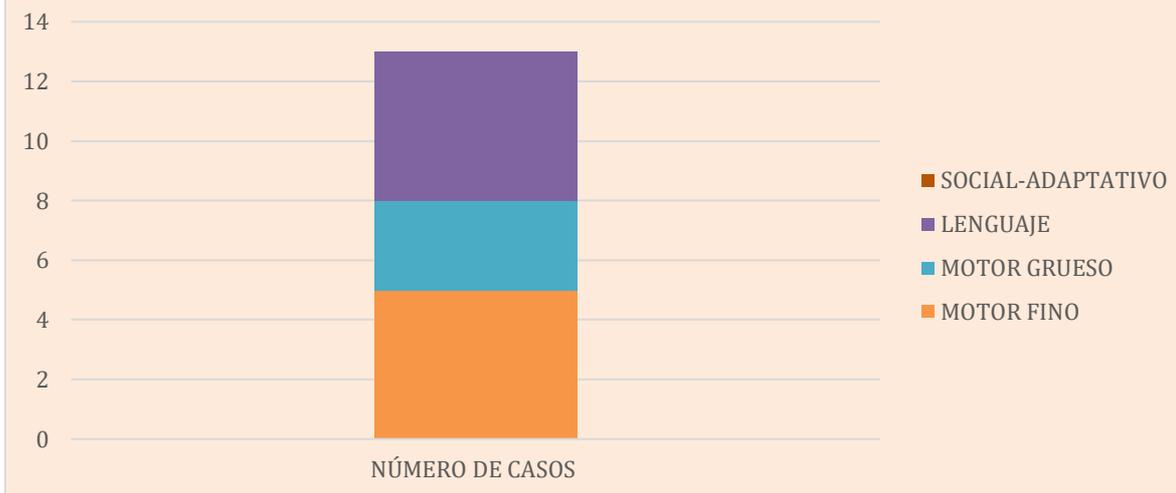
## VALORACIÓN NEUROLÓGICA DE ACUERDO CON CARDIOPATÍA CONGÉNITA

### VALORACIÓN NEUROLÓGICA DE ACUERDO A PATOLOGÍA



## ALTERACIÓN DEL NEURODESARROLLO DE ACUERDO CON ÁREA VALORADA

### ÁREAS DEL NEURODESARROLLO AFECTADAS



## ALTERACIÓN EN ELECTROENCEFALOGRAMA DE ACUERDO CON CARDIOPATÍA CONGÉNITA

