

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a castle, and a lion. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**OXIMETRÍA DE PULSO COMO TAMIZAJE
DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS**

HORACIO ALEJANDRO BARTLETT MORALES

**Tesis
Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría**

Enero 2020

PME.OI.245.2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Horacio Alejandro Bartlett Morales

Registro Académico No.: 200710217

No. de CUI : 2388591500101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Pediatría**, el trabajo de TESIS **OXIMETRÍA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS**

Que fue asesorado por: Dr. Shanti Gonzalo Calvimontes Foianini, MSc


Y revisado por: Dra. Evelyn Janina Cotto Menchú, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2020**

Guatemala, 15 de noviembre de 2019



Dr. Alvaro Giovany Franco Santisteban, MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Dr. José Arnoldo Sáenz Morales, MA.
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/ce

Guatemala, 6 de Mayo de 2019

Doctora
Eugenia Álvarez
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Hospital General San Juan de Dios
Presente.

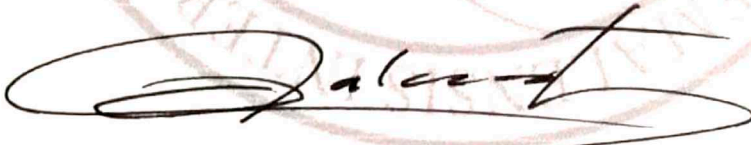
Respetable Dra.:

Por este medio, informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta el doctor **HORACIO ALEJANDRO BARTLETT MORALES**, Carné No. 2007-10217 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría el cual se titula: **"OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATIAS CONGÉNITAS"**.

Luego de la asesoría, hago constar que el Dr. **Bartlett Morales**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. Shanti Gonzalo Calvimontes Foianini MSc.
Asesor de Tesis

Gonzalo Calvimontes Foianini
CARDIOLOGO PEDIATRA
ARRITMIAS Y ELECTROFISIOLOGIA
COLEGIADO No. 9541

Guatemala, 30 de abril de 2019

Doctora
Eugenia Álvarez
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Hospital General San Juan de Dios
Presente.

Respetable Dra.:

Por este medio, informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta el doctor **HORACIO ALEJANDRO BARTLETT MORALES**, Carné No. 2007-10217 de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría el cual se titula: **“OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATIAS CONGÉNITAS”**.

Luego de la revisión, hago constar que el Dr. **Bartlett Morales**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dra. Evelyn Janina Cotto Menchú MSc.
Revisor de Tesis

*Dra. Evelyn J. Cotto M.
MSc Pediatra Neonatóloga
Colegiado 8623*



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Eugenia Argentina Álvarez Gálvez**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Pediatría
Hospital General San Juan de Dios

Fecha Recepción: 10 de junio 2019

Fecha de dictamen: 29 de agosto 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Horacio Alejandro Bartlett Morales

Oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas.

Sugerencias de la Revisión: **Autorizar examen privado.**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dra. María Victoria Pimentel Moreno MSc.
Unidad de Apoyo Técnico de Investigación
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MVPM/karin

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES	3
2.1.	Cardiopatía congénita	3
2.2.	Circulación fetal.....	3
2.3.	Cambios de la circulación tras el nacimiento	4
2.4.	Detección de cardiopatías congénitas	5
2.5.	Tamizaje con oximetría de pulso.....	6
2.6.	Cardiopatías congénitas críticas.....	8
III.	OBJETIVOS	23
3.1.	Objetivo General	23
3.2.	Objetivos Específicos	23
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1.	Tipo y diseño de estudio	24
4.2.	Población.....	24
4.3.	Muestra	24
4.5.	Operacionalización de variables	26
4.7.	Instrumentos de recolección de datos	29
4.8.	Procesamiento de los datos	30
4.9.	Análisis estadístico de los datos	30
4.10.	Aspectos éticos	31
V.	RESULTADOS.....	32
VI.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
6.1.	Conclusiones.....	41
6.2.	Recomendaciones.....	42
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	43
VIII.	ANEXOS	46
	Anexo 1. Instrumento de Recolección de Datos.....	46
	Anexo 2. Selección de los pacientes	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Aspectos epidemiológicos de los neonatos	32
Tabla 2. Distribución de los neonatos según el tamizaje para cardiopatías	33
Tabla 3. Diagnóstico de cardiopatía congénita según ecocardiografía	33
Tabla 4. Hallazgos encontrados durante la ecocardiografía	34
Tabla 5. Cardiopatías y edad gestacional	35
Tabla 6. Cardiopatías y peso al nacer	35
Tabla 7. Cardiopatías y sexo	36

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La oximetría de pulso es un método simple, seguro, no invasivo y confiable con buena aceptación de los padres y del personal de salud para la detección temprana de anomalías cardíacas. Se basa en que la mayoría de las anomalías críticas del corazón presentan un grado de hipoxemia que no necesariamente produce cianosis visible y que no puede ser clínicamente detectable.

OBJETIVO: Determinar el valor predictivo positivo de oximetría de pulso como prueba de tamizaje para la detección temprana de cardiopatías congénitas.

METODOLOGÍA: Estudio transversal descriptivo; se midió la saturación preductal y posductal entre las 24 a 48 horas de vida a 10,076 recién nacidos en la Unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios durante 2017 a 2018. Los neonatos que saturaban menos de 93% o que existió una diferencia entre ambos valores $> 3\%$ fueron sometidos a 2 mediciones sucesivas con un intervalo de 1 hora; quienes presentaron tamizaje positivo se les realizó una evaluación clínica para descartar falsos positivos, se indicó ecocardiograma a los casos sugestivos de cardiopatía.

RESULTADOS: La oximetría de pulso como prueba de tamizaje para el diagnóstico de cardiopatías congénitas tiene un valor predictivo positivo del 71.1%. La incidencia de cardiopatías congénitas es de 27 pacientes por cada 10,000 nacidos vivos y de cardiopatías congénitas críticas 14 pacientes por cada 10,000 nacidos vivos. Las cardiopatías congénitas más frecuentes fueron atresia pulmonar (0.07%), comunicación interventricular (0.04%), y persistencia de ductos arterioso (0.04%). La incidencia de cardiopatías congénitas fue mayor en niños con peso al nacer > 4000 g ($p = 0.026$).

CONCLUSIONES: La oximetría de pulso tiene un buen valor predictivo positivo para la detección temprana de anomalías cardíacas en recién nacidos.

Palabras clave: Tamizaje cardíaco neonatal, Oximetría de pulso, Tamizaje neonatal.

I. INTRODUCCIÓN

Las malformaciones cardiovasculares son el tipo de malformación congénita más común, son responsables del 6 al 10 % de todas las muertes en lactantes y del 20 al 40 % de las muertes por malformaciones congénitas a nivel mundial; sin embargo, una proporción importante de las mismas no son detectadas durante el examen de rutina neonatal (1,2). Las cardiopatías congénitas son producidas por alteraciones en la organogénesis del corazón, siendo desconocidos los factores causales e identificándose solo en el 10% un agente etiológico (3). El feto tolera bien la mayoría de las cardiopatías congénitas debido a la naturaleza paralela de la circulación fetal. Incluso las cardiopatías congénitas más graves suelen estar bien compensadas por la circulación fetal. El impacto hemodinámico completo de una alteración anatómica solo se hace evidente después del nacimiento, cuando se cierran las vías fetales (4).

De todas las malformaciones congénitas, las cardiopatías presentan una incidencia de 8 por cada 1000 nacidos vivos. Según el estudio "Detection rates of congenital heart disease in Guatemala" realizado en UNICAR en 2010, se estima una incidencia de cardiopatías congénitas de 3,935 al año, de las cuales 1,380 pacientes (35%) presentan lesiones cardíacas severas que requieren reparación quirúrgica en el primer año de vida. Según datos proporcionados por UNICAR, muchas de estas cardiopatías tienen un diagnóstico tardío, representando una mortalidad del 1%, y tan solamente un 9% de los pacientes se diagnostican tempranamente en el periodo neonatal. Es por los datos anteriores que se debe realizar una detección temprana de anomalías congénitas cardíacas críticas, después del nacimiento, ya que eso permitirá el tratamiento oportuno de estas y así evitar un retraso en el diagnóstico implicando un mayor riesgo para el neonato en desarrollar falla cardíaca o incluso la muerte (5). Por otro lado, los neonatos con anomalías cardíacas experimentan un descenso en la trayectoria normal de crecimiento y del neurodesarrollo.

El hallazgo de las cardiopatías es difícil especialmente en los primeros días, se estima que el examen físico de rutina en el primer día de vida falla en detectar más del 50% de las anomalías cardíacas congénitas. La oximetría de pulso es un método simple, seguro, no invasivo y confiable con aceptación de los padres y del personal de salud. Se basa en que la mayoría de las anomalías cardíacas críticas del corazón presentan un grado de hipoxemia que no necesariamente produce cianosis visible y que no puede ser clínicamente detectable, haciendo poco probable su hallazgo con las técnicas de examen físico. El uso de la oximetría de pulso como una herramienta costo – efectiva, tiene una sensibilidad para la detección de anomalías congénitas cardíacas críticas del 76,5% y una especificidad del 99,9% con una tasa de falsos positivos de 0,14%. Si la toma se realiza después de las 24 horas de vida la tasa de falsos positivos baja; por lo que se recomienda que debe realizarse en todos los recién nacidos asintomáticos antes del alta, de preferencia entre las 24 a 48 horas de vida (6,7).

El objetivo fue determinar el valor predictivo positivo de la oximetría de pulso como prueba de tamizaje para la detección temprana de cardiopatías congénitas.

Para cumplir con el objetivo se midió la saturación preductal y posductal entre las 24 a 48 horas de vida a recién nacidos en la Unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios durante 2017 a 2018. Quienes presentaron tamizaje positivo según la oximetría de pulso, se les realizó una evaluación clínica y ecocardiograma en búsqueda de cardiopatías congénitas. Dentro de los resultados se observó que la oximetría de pulso como prueba de tamizaje para el diagnóstico de cardiopatías congénitas tiene un valor predictivo positivo del 71.1%. La incidencia de cardiopatías congénitas, diagnosticadas por ecocardiografía fue de 0.27% y de cardiopatías congénitas críticas del 0.14%; siendo las más frecuentes: atresia pulmonar (0.07%), comunicación interventricular (0.04%), y persistencia de ductos arterioso (0.04%).

II. ANTECEDENTES

2.1. Cardiopatía congénita

Las cardiopatías congénitas se pueden considerar como cualquier alteración estructura o funcional del corazón o de los grandes vasos, siendo esto consecuencia en alteración en el desarrollo embrionario del corazón, dándose entre la tercera y decima semana de gestación (3).

En su mayoría estos defectos son diagnosticados después del nacimiento ya sea en el hospital o durante su egreso. Es de vital importancia el diagnostico oportuno ya que el retraso en el mismo empeora el pronóstico de la enfermedad debido a que estas suelen requerir de una corrección quirúrgica o cateterismo durante el primer año de vida (8).

2.2. Circulación fetal

El conocimiento de la circulación fetal y perinatal es indispensable para la comprensión de la fisiopatología, las manifestaciones clínicas y la historia natural de las cardiopatías congénitas. La circulación fetal difiere a la del adulto principalmente en que la primera se describe como una circulación en paralelo, es decir consta de dos circuitos funcionando independientemente el pulmonar y el sistémico. En la circulación fetal se describe 4 cortocircuitos: la placenta, el conducto venoso, el foramen oval y el conducto arterial, donde existe una mezcla entre sangre oxigenada con sangre pobremente oxigenada (4).

La sangre oxigenada por la placenta regresa por la vena umbilical e ingresa al sistema venoso portal, un porcentaje variable de este flujo accede a la vena cava inferior a través del conducto venoso, así entrando al atrio derecho y siendo desviado parcialmente al atrio izquierdo a través del foramen oval para ser bombeada por ventrículo izquierdo hacia la circulación sistémica. En contraste todo

el drenaje proveniente del hemicuerpo superior viaje a través de la vena cava superior la cual drena al atrio derecho y la sangre pobremente oxigenada pasa directamente por la válvula tricúspide hacia el ventrículo derecho, debido a la resistencia vascular pulmonar aumentada la sangre eyectada por el ventrículo derecho pasa a la circulación sistémica a través del conducto arterial para ser oxigenada por la placenta y repetir todo el proceso anteriormente descrito nuevamente (3,4).

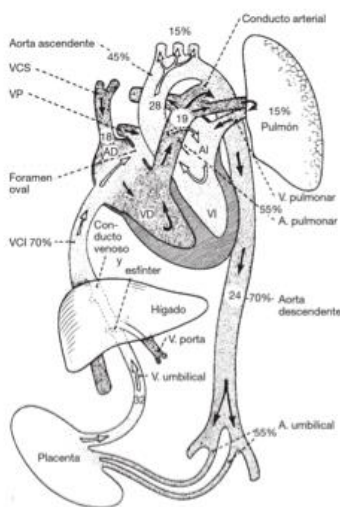


Figura1. Diagrama de la circulación fetal mostrando los cuatro lugares de corto circuito.

Fuente: (4)

2.3. Cambios de la circulación tras el nacimiento

El principal cambio de la circulación tras el nacimiento es la derivación del flujo sanguíneo para el intercambio de gases de la placenta a los pulmones (4). Desaparece la circulación placentaria y se establece la circulación pulmonar, provocando los siguientes cambios (9):

- Aumento en la resistencia vascular sistémica
- Cierre del conducto venoso
- Disminución en la resistencia vascular pulmonar
- Cierre funcional del foramen oval
- Cierre del conducto arterioso.

2.4. Detección de cardiopatías congénitas

Las anomalías congénitas cardíacas pueden ser diagnosticadas intraútero, algunos neonatos pueden aparentar ser normales al examen físico o permanecer asintomáticos durante la hospitalización debido a que el conducto arterioso permanece permeable. Las lesiones que dependen de la permeabilidad del conducto arterial son la coartación de la aorta (CoAo), estenosis aortica (EA), síndrome de corazón izquierdo hipoplásico (SHCI), transposición de grandes arterias (TGA), atresia pulmonar (AP) y atresia tricúspidea (AT) (10).

El cierre repentino del conducto arterioso puede llevar al paciente a un rápido deterioro clínico provocando una acidosis metabólica severa, convulsiones, estado de choque cardiogénico, falla cardíaca y por último multiorgánica (4).

2.4.1. Antecedentes prenatales

Ciertas condiciones maternas durante un embarazo podrían predisponer a la presencia de cardiopatías congénitas como lo son: la obesidad, diabetes, hipertensión, alteraciones en hormonas tiroideas, historia familiar, consumo de tabaco durante el primer trimestre, enfermedades de la colágena y tejido conjuntivo e infecciones por influenza, citomegalovirus, herpes virus, toxoplasmosis, rubeola y coxsackie virus (4,9).

2.4.1.1. Examen físico

A pesar de que muchos recién nacidos son asintomáticos, existen ciertos hallazgos clínicos que hacen pensar en la presencia de una anomalía cardíaca congénita, como rasgos faciales característicos de un síndrome subyacente, una frecuencia cardíaca anormal, soplos patológicos, pulsos periféricos disminuidos o ausentes, cianosis clínica o por medio de pulso oximetría entre otros (4,9).

2.4.1.2. Oximetría de pulso

La oximetría de pulso es un método no invasivo, en el cual se mide el oxígeno transportado por la hemoglobina en el espacio intravascular. Basados en los diferentes espectros de absorción de la hemoglobina reducida y oxihemoglobina mide la absorción de la luz durante una pulsación que se transmite a través del tejido del paciente a otro receptor para así obtener la saturación de oxígeno arterial. La cianosis no se hace clínicamente evidente hasta valores de desoxihemoglobina de 4 a 5 g/dl, correspondiendo a una SaO₂ de 67% o spo₂ por debajo de 90%, lo que hace difícil el diagnóstico de hipoxemia basándose únicamente en el examen físico (11).

2.5. Tamizaje con oximetría de pulso

Varios estudios han demostrado que el tamizaje neonatal con oximetría de pulso mejora la identificación de las pacientes anomalías congénitas cardíacas críticas comparada con el examen físico solo (5). En el 2012 Thangaratinam, en un metanálisis de 13 estudios, reportó que la sensibilidad global de la oximetría de pulso para la detección de anomalías congénitas cardíacas fue del 76,5% (95% IC 67,7-83,5) y una especificidad de 99,9% (95% IC 99,7-99,9), con una tasa de falsos positivos de 0,14% (95% IC 0,06-0,33) (7).

2.5.1. Técnica para la toma de oximetría de pulso

La Academia Americana de Pediatría (AAP), Asociación Americana del Corazón (AHA) y el Colegio Americano de la Fundación de Cardiología han implementado en Estados Unidos el tamizaje con oximetría de pulso en los recién nacidos (12).

El tamizaje debe ser realizado por personal calificado con un axiometro de pulso que sea tolerante al movimiento, reusable o descartable. El uso de sensores reusables reduce los costos de tamizaje, pero debe ser limpiado apropiadamente para minimizar los riesgos de infección. Se recomienda realizarlo en la mano derecha (preductal) y en cualquiera de las extremidades inferiores (posductal), simultáneamente (12).

El valor por tomar en cuenta será aquel que se muestre luego de 30 segundos que se forme la onda de pletismografía del axiometro. Las medidas de la SaO₂ no deberían ser tomadas cuando el niño esté llorando o se esté moviendo debido a que reduce la calidad de la señal y la exactitud del examen (13).

2.5.2. Valores de referencia de saturación de oxígeno

El tamizaje se considera positivo cuando cumple uno de los siguientes criterios:

- Valor de saturación menor de 90%.
- Diferencia de 3 puntos en el porcentaje entre las extremidades superiores e inferiores.
- Valor de saturación entre 90% a 93% en más de dos tomas seguidas (13).

2.5.3. Tiempo entre el nacimiento y realización de tamizaje

El tamizaje debe ser realizado entre las 24 a 48 horas de vida, no es adecuado para el tamizaje la toma de SpO₂ antes de las 24 horas debido al gran número de falsos positivos por la transición de la vida intrauterina a la extrauterina ni tampoco tomas tardía que se ven alteradas por el cierre del conducto arterioso (13).

2.5.4. Costo- beneficio del tamizaje por oximetría de pulso

El programa de tamizaje universal incluye un oxímetro de pulso, entrenamiento del personal, la calidad del seguimiento varía dependiendo de la accesibilidad a un cardiólogo pediátrico o la necesidad de transferencia del paciente que falló en el examen inicial de tamizaje de oximetría (13). En los Estados Unidos, el costo adicional por la evaluación con oxímetro de pulso se estima alrededor de los 5 a 6 dólares por recién nacido (12).

El tamizaje tiene adicionalmente beneficios como el de identificar desordenes de origen no cardíaco en recién nacidos que presentan SpO₂ baja (5). Estos incluyen, neumonía, sepsis, hipertensión pulmonar del neonato, síndrome de aspiración de meconio, neumotórax y hemoglobinopatías con baja afinidad de oxígeno (12).

2.6. Cardiopatías congénitas críticas

Las cardiopatías congénitas se pueden definir como cualquier anomalía tanto estructural o funcional del sistema cardiovascular, debido al fallo en el desarrollo embrionario de dicho sistema (3,8). Estas han sido descritas como la malformación con mayor prevalencia al nacimiento, con una incidencia cercana al 1% y causantes del 6 al 8% de mortalidad infantil y constituyendo el 24% de muertes infantiles por defectos congénitos (14). En 2011 un reporte de la secretaria del comité asesor de trastornos hereditarios en recién nacidos y niños (SACHDNC) recomendó la oximetría de pulso de rutina para el tamizaje de las siguientes patologías (13,15):

- Corazón Izquierdo Hipoplásico
- Atresia Pulmonar
- Atresia Tricúspidea
- Transposición de grandes arterias
- Retorno venoso pulmonar anómalo total
- Tronco Arterioso
- Tetralogía de Fallot (13,15).

Las cuales sin un diagnóstico o tratamiento temprano, aumentan significativamente el riesgo de morbilidad y mortalidad debido a cambios fisiológicos en el corazón como el cierre del ducto arterioso (16).

2.6.1. Síndrome de Corazón Izquierdo Hipoplásico (SHCI)

El SHCI ocurre en el 1% de las cardiopatías congénitas o el 9 % de los recién nacidos críticamente enfermos. Esta caracterizado por englobar un grupo de anomalías íntimamente relacionadas las cuales incluyen un ventrículo izquierdo hipoplásico, con atresia o estenosis de las válvulas aortica, mitral o ambas, así como la hipoplasia de la aorta ascendente y el cayado aórtico. El septo auricular puede estar intacto con un foramen oval normal o presentar una CIA (15%), así mismo puede presentarse con una CIV en un 10 % de los pacientes (4). Los recién nacidos que sobreviven a esta anomalía en los primeros días de vida es por la presencia de un foramen oval permeable y la persistencia del conducto arterioso (9,17).

2.6.1.1. Fisiopatología

Es sabido que durante la vida fetal la resistencia vascular pulmonar (RVP) es mayor a la resistencia vascular sistémica (RVS) y es el ventrículo derecho el que suministra el mayor porcentaje del gasto cardiaco en el periodo intraútero, manteniendo así un flujo adecuado a la aorta proximal por medio del ducto arterioso. Al momento del

nacimiento la RVP disminuye y la sistémica aumenta así mismo se produce el cierre fisiológico del ductus arterioso. La consecuencia de estos cambios es la marcada disminución de la presión de perfusión aortica y del gasto cardiaco sistémico, debido a un corazón izquierdo insuficiente, provocando así un shock circulatorio (18,19). Es por esto por lo que los pacientes con esta anomalía dependen de un ductus arterioso permeable y una CIA para su viabilidad (13,15).

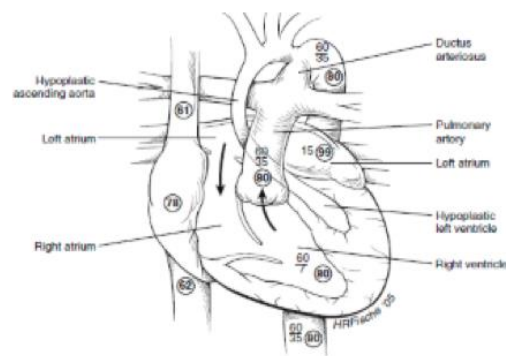


Figura 2. Características anatómicas de SHCI

Fuente: (19)

2.6.1.2. Manifestaciones clínicas y Diagnostico

El neonato con SHCI se muestra críticamente enfermo en las primeras horas o días de vida; siendo característico un cuadro con taquicardia, disnea, estertores pulmonares, pulsos periféricos débiles y vasoconstricción en extremidades. El paciente puede no mostrar una cianosis evidente pero si un color de pile azul-grisáceo con mala perfusión (4). Usualmente no se ausculta soplo cardiaco, pero si un S2 sonoro y único, desarrollándose signos de insuficiencia cardiaca congestiva. En cuanto a estudios complementarios en un electrocardiograma se evidencian datos de hipertrofia de ventrículo derecho, la radiografía de tórax, aunque de uso

limitado, se muestra con cardiomegalia y signos de congestión venosa pulmonar y edema pulmonar (20).

2.6.1.3. Tratamiento

El manejo inicial se centra en iniciar inmediatamente infusión de PGE1 para mantener la permeabilidad del ductus arterioso, además de corregir la acidosis metabólica y colocar bajo ventilación mecánica. En el tratamiento se dispone de 3 opciones (21):

- Operación de Norwood (seguida por una operación de Fontan)
- Trasplante cardiaco
- Tratamiento de sostén (21).

2.6.2. Atresia Pulmonar (AP)

En esta patología la válvula pulmonar no está presente o se encuentra mal desarrollada, por ende, provocando obstrucción de salida de ventrículo derecho. Se estima que la atresia pulmonar con septo ventricular integro constituye menos del 1% de las cardiopatías congénitas y el 2.5% de los lactantes críticamente enfermos con cardiopatías congénitas (4). Para que el paciente sobreviva con esta patología es necesario una comunicación interauricular (CIA o FOP) y la persistencia del conducto arterioso o arterias colaterales (20). La sangre permanece en el ventrículo derecho o sale a través de la válvula tricúspide regurgitante hacia la aurícula derecha para que a través del ductus arterioso llegue a la circulación sistémica. A medida que el ductus arterioso se cierra el recién nacido presenta una cianosis e hipoxemia marcada y a largo plazo hipoplasia del ventrículo derecho (13).

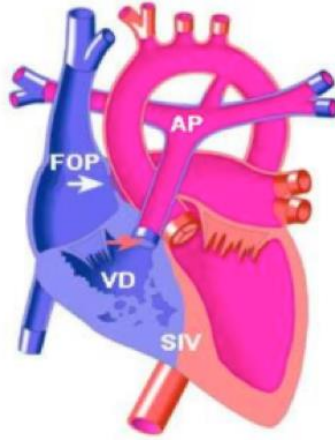


Figura 3. Características anatómicas de AP

Fuente: (22)

2.6.2.1. Manifestaciones clínicas

Estos pacientes se presentan con cianosis intensa desde el nacimiento, taquipnea y arritmias. Al examen físico se ausculta un S2 único, no suele existir soplo cardiaco, aunque se puede auscultar un soplo de insuficiencia tricúspidea o un soplo continuo de persistencia del ductus arterioso (10).

2.6.2.2. Diagnóstico

Aparte de la clínica del paciente, se pueden realizar estudios complementarios como un ECG en cual usualmente se documenta hipertrofia del ventrículo izquierdo, se puede realizar una radiografía de tórax donde se puede observar un aumento o no de la silueta cardiaca a expensas de la aurícula derecha, así mismo hay una disminución en la vascularización pulmonar con campos pulmonares oscuros. El diagnóstico definitivo se realiza por medio de ecocardiografía (4).

2.6.2.3. Tratamiento

La infusión de prostaglandina E1 debe iniciarse con el fin de mantener permeable el ductus arterioso para posteriormente realizar la corrección quirúrgica tomando en cuenta los siguientes factores para determinar el procedimiento a realizar: tamaño del ventrículo derecho, el tamaño y la competencia de la válvula tricúspide, la presencia de conexiones ventrículo- coronarias y la presencia de estenosis de la arteria coronaria (4,17).

2.6.3. Atresia Tricúspide (AT)

Se define como la ausencia total de la válvula tricúspide resultando en un atrio derecho y ventrículo derecho incomunicados, provocando a largo plazo hipoplasia del ventrículo derecho. Dicha patología abarca del a 1% al 3 % de las cardiopatías congénitas. Dada la incomunicación entre dichas cámaras cardiacas es necesario la presencia de defectos asociados como la CIA, CIV O PDA para la supervivencia del paciente. La atresia tricúspidea suele clasificarse según la presencia o la ausencia de estenosis pulmonar y transposición de grandes arterias en tres grupos (4,23):

- Tipo I: conexiones ventrículo arteriales concordantes y una relación normal de las grandes arterias (70% de los casos).
- Tipo II: D-TGA, asociado con estenosis subaortica y coartación de la aorta (30% de los casos).
- Tipo III: Existen otras lesiones complejas asociadas como L-TGA (3% de los casos) (4,23).

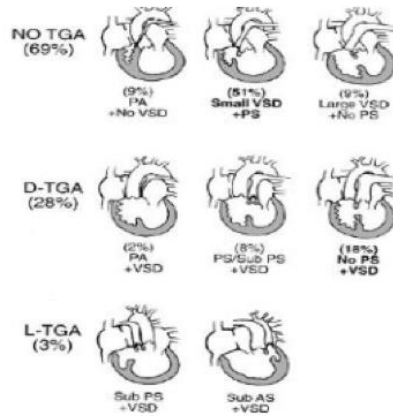


Figura 4. Clasificación anatómica de la TA

Fuente: (4)

2.6.3.1. Manifestaciones clínicas

La cianosis suele ser intensa desde el nacimiento dependiendo de los tamaños de la CIV, es habitual observar taquipnea y dificultad para la alimentación. Al examen físico se ausculta un S2 único, un soplo en maquinaria secundario a la PDA y un soplo Holo sistólico debido a la CIV. Así mismo en ocasiones se puede palpar frémito sistólico asociado con la estenosis pulmonar (24,25).

2.6.3.2. Diagnóstico

Estudios complementarios como el EEG se suele documentar una hipertrofia del ventrículo izquierdo. En la radiografía de tórax el corazón es normal o levemente aumentado, a expensas de la aurícula derecha y del ventrículo izquierdo. Suele existir disminución en la vasculatura pulmonar, aunque esta puede aumentar en recién nacidos con TGA. El diagnóstico definitivo como en las otras cardiopatías críticas se establece por medio del ecocardiograma (4).

2.6.3.3. Tratamiento

Estos pacientes requieren infusión continua con PGE1 para mantener permeable el ductus arterioso. La mayoría de los lactantes con atresia tricúspidea necesitan uno o más procedimientos paliativos antes de realizar la operación Fontan, la intervención quirúrgica definitiva. La resolución quirúrgica consiste en separar el flujo pulmonar del sistémico, a través de un procedimiento de Glenn (conexión vena cava superior a la arteria pulmonar) alrededor de los 3 a 6 meses de vida, para finalmente realizar el procedimiento de Fontan (conexión vena cava inferior a la arteria pulmonar) entre los 12 a 18 meses de edad (4,21).

2.6.4. Transposición de Grandes Arterias (TGA)

La trasposición de grandes arterias representa el 5 al 7 % de todas las cardiopatías congénitas y es más frecuente en paciente masculinos que femeninos (4). Es una anomalía potencialmente mortal en la cual existe conexión entre los ventrículos y los grandes vasos, naciendo la arteria aorta del ventrículo derecho y la pulmonar del ventrículo izquierdo (9).

En la transposición de grandes vasos completa, la aorta nace anteriormente en el ventrículo derecho, trasportando sangre no oxigenada a la circulación sistémica, por lo contrario, la arteria pulmonar nace en la región posterior del ventrículo izquierdo llevando sangre previamente oxigenada devuelta a los pulmones (4). Esta anomalía cardiaca no es compatible con la vida por si sola por lo que depende de otros defectos concomitantes para su viabilidad como una PDA, CIV O una CIA. La mayor parte de casos se asocia con una CIA, dos tercios con una PDA y un tercio con CIV (4,9).

2.6.4.1. Manifestaciones Clínicas

La historia de cianosis desde el nacimiento siempre está presente, en el periodo neonatal el paciente desarrolla signos de insuficiencia cardiaca congestiva con disnea y dificultad para la alimentación. A la evaluación física se encuentra una cianosis severa y se ausculta un S2 acentuado y único. No se ausculta soplo cardiaco a menos que tenga un CIV o PDA asociada. Así mismo la spo2 preductal usualmente va ser menor que la post ductal (10).

2.6.4.2. Diagnostico

En estudios complementarios como en una gasometría se observa hipoxemia usualmente con acidosis la cual no responde a la utilización de oxígeno. En la radiografía de tórax se observa una silueta cardiaca en forma de huevo debido a la orientación de adelante hacia atrás de la aorta y la arteria pulmonar dando lugar a un mediastino estrecho. El electrocardiograma muestra datos de hipertrofia ventricular derecha. Su diagnóstico definitivo se realiza por medio de ecocardiografía (9,24).

2.6.4.3. Tratamiento

Hipoxia progresiva, acidosis y falla cardiaca da como resultado la muerte de los pacientes en su periodo neonatal. Sin alguna intervención quirúrgica, la muerte ocurre en el 90% de los casos antes de los 6 meses de vida (4). En todos estos pacientes se debe iniciar manejo medico corrigiendo la acidosis si esta existe, iniciando infusión de prostaglandina para permeabilizar el ductus arterioso y proveer con oxígeno suplementario, para así estabilizar al paciente antes de algún procedimiento quirúrgico. Los pacientes ya estabilizados son sometidos por medio de cateterismo cardiaco a una atrioseptostomia con balón, para después realizar una operación de intercambio arterial (17).

2.6.5. Retorno venoso pulmonar anómalo total (RVPAT)

Esta cardiopatía se caracteriza por el drenaje de las cuatro venas pulmonares de manera errónea a la aurícula izquierda., debido a lo cual existe una sobrecarga en el atrio derecho, enviando a la circulación sistémica sangre pobremente oxigenada a través de rutas variadas. Esta cardiopatía representa el 1.5% de todas las cardiopatías congénitas, existiendo predilección para el sexo masculino en la variante infra cardiaca (4). Se clasifican según sus variantes anatómicas y del sitio de drenaje venoso pulmonar:

- Supracardiaco o supradiafragmática: en más del 50 % de los casos, consiste en el drenaje de todas las venas pulmonares en una confluencia pulmonar común detrás de la aurícula izquierda
- Tipo Cardíaco: ocurren en el 25 % de los casos, todas las venas pulmonares drenan en la vena pulmonar común dirigiendo la sangre a la aurícula derecha directamente o través del seno coronario.
- Infracardiaco o infradiafragmática: en un 20% de los casos. Las cuatro venas pulmonares se conectan en una vena pulmonar común.
- Tipo mixto: se presenta en el 5% de los casos, las venas pulmonares drenan a diferentes sitios (4,20).

Todas las formas presentan hallazgos comunes:

- Una vena pulmonar común.
- La aurícula derecha y ventrículo derecho se encuentran dilatados.
- Puede existir obstrucción venosa pulmonar leve o severa (4,20).

Las manifestaciones clínicas aparecen desde el primer año de vida, dependen del tamaño de la CIA y aparecen según el grado de obstrucción en la vía venosa pulmonar o en el tabique auricular. A la auscultación el primero y segundo ruido cardíaco se encuentran más acentuados (13).

2.6.5.1. Diagnostico

En la radiografía de tórax se observa cardiomegalia significativa, signos de edema pulmonar y una imagen en 8 o muñeco de nieve exceptuando la variante infracaridaca la cual se presenta sin cardiomegalia y sin congestión pulmonar (13).

2.6.5.2. Tratamiento

Constituye una emergencia quirúrgica, que consiste en ligar la vena vertical y crear una anastomosis entre la vena pulmonar común y la pared de la aurícula izquierda. La utilización de prostaglandinas es controvertida ya que podría aumentar el gasto cardiaco al permitir un incremento en el flujo de derecha a izquierda a través del conducto arterioso a expensas de una disminución importante en el flujo sanguíneo pulmonar. El 80% de pacientes fallecen antes de cumplir 1 año si no reciben tratamiento (19).

2.6.6. Tetralogía de Fallot (TF)

Esta anomalía cardiaca representa según la literatura el 5 al 10 % de todas las cardiopatías congénitas. Probablemente siendo el defecto cardiaco cianotizante más frecuente. No se ha descrito mayor incidencia en alguno de los géneros, ni raza. Así mismo esta patología ha sido asociada a diferentes entidades como la diabetes materna, exposición a ácido retinoico, síndrome de Alagille y la secuencia de VACTERL entre otras. La descripción de la TF incluye la presencia de las siguientes anomalías: comunicación interventricular, una obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho, hipertrofia del ventrículo derecho y un encabalgamiento de la aorta (4,9).

2.6.6.1. Manifestaciones clínicas

A la exploración física del recién nacido se pueden observar grados variables de cianosis y taquipnea, el grado de cianosis está dado por la gravedad en la obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho, así como el grado de resistencia vascular sistémica. Se puede auscultar un soplo sistólico prolongado en la zona media y superior del borde esternal izquierdo. En el neonato con una cianosis intensa con TF y atresia pulmonar, el soplo cardiaco falta o es muy débil (4,9).

2.6.6.2. Diagnóstico

Se pueden realizar estudios complementarios como una radiografía de tórax donde usualmente la silueta cardiaca se ve, observar de un tamaño normal o menor de lo normal así mismo se ve una disminución en la vascularización pulmonar. Se observa un segmento cóncavo de la arteria pulmonar principal con la punta hacia arriba lo que le da la forma de corazón en bota. A la electrocardiografía hay dato de crecimiento de cavidades derechas. Como en las cardiopatías antes mencionadas el diagnóstico definitivo es por medio de un ecocardiograma (4,9).

2.6.6.3. Tratamiento

El tratamiento es sintomático dado tratamiento a los episodios hipoxicos, pudiendo prevenir los mismos utilizando propranolol. Se debe someter al paciente a una corrección quirúrgica antes de los 6 meses de vida (4).

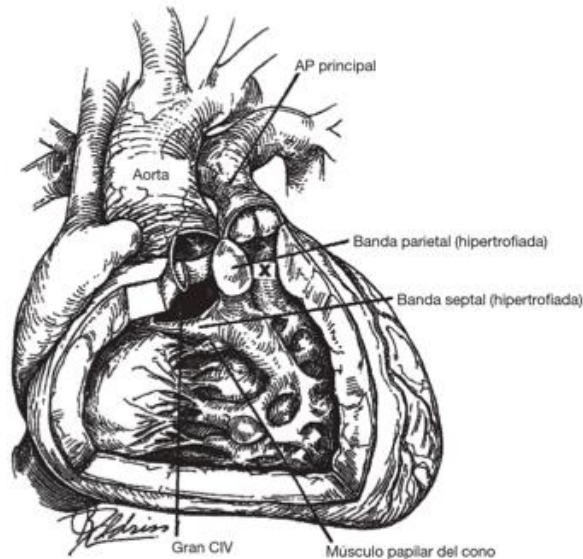


Figura 5. Anatomía de la tetralogía de Fallot

Fuente: (4)

2.6.7. Tronco arterioso (TAC)

Esta cardiopatía congénita representa menos del 1% de las cardiopatías diagnosticadas. Se caracteriza por la presencia de un solo tronco arterial con válvula troncal que abandona al corazón y da origen a las circulaciones pulmonar, sistémica y coronaria, se acompaña en un 68-85% con CIV, cayado aórtico en el lado derecho y una arteria coronaria única (4,9).

Se conocen cuatro variantes de esta anomalía según la clasificación de Collet y Edwards:

- Tipo I: la más común, existe un tronco pulmonar separado parcialmente que da origen a las arterias pulmonares izquierda y derecha.

- Tipo II: las arterias pulmonares nacen por separado pero muy próximas una de otra.
- Tipo III: cada arteria pulmonar nace de una de las caras laterales del tronco ascendente.
- Tipo IV: se considera como una forma grave con tetralogía de fallot y atresia pulmonar (4,9).

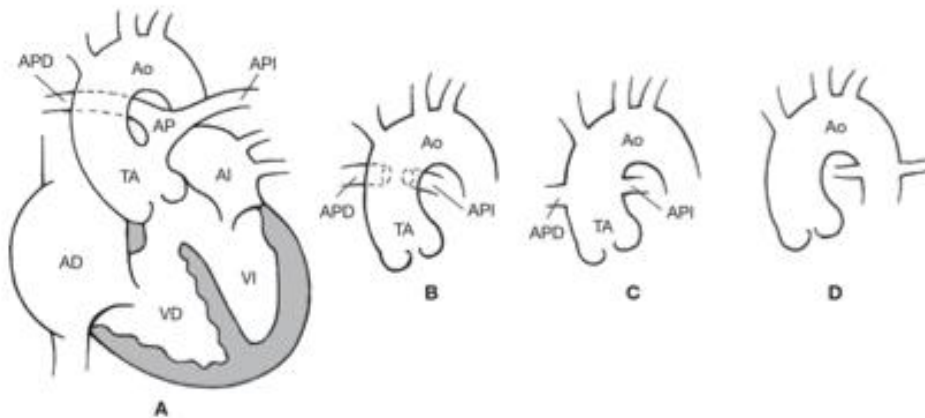


Figura 6. Patrones de ramificación de las arterias pulmonares en la persistencia del tronco arterial

Fuente: (4)

2.6.7.1. Diagnóstico

Al examen físico suele haber distintos grados de cianosis con signos de ICC con taquipneas y disnea con apareamiento días o semanas posteriores al nacimiento. Se palpan pulsos periféricos saltones con una presión de pulso amplia y es habitual auscultar un soplo sistólico de regurgitación, que sugiere CIV, a lo largo del borde esternal izquierdo. Con estudios complementarios se puede realizar una radiografía de tórax en la cual se va evidenciar cardiomegalia con aumento de la trama vascular pulmonar, así mismo un electrocardiograma el cual va evidenciar hipertrofia biventricular en el 70% de los casos (4,19).

2.6.7.2. Tratamiento

Se requiere de una corrección quirúrgica en el periodo neonatal, realizando una separación de la rama de arteria pulmonar del tronco arterial común y se coloca un tubo valvulado entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar, así mismo los defectos asociados son reparados (17,18).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- 3.1.1.** Determinar el valor predictivo positivo de la oximetría de pulso como prueba de tamizaje en el diagnóstico de cardiopatías congénitas.

3.2. Objetivos Específicos

- 3.2.1.** Establecer la incidencia de cardiopatías congénitas, diagnosticadas por tamizaje con oximetría de pulso y confirmación por ecocardiografía, en la unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios.
- 3.2.2.** Determinar cuáles son las cardiopatías congénitas más diagnosticadas por medio de ecocardiografía en los pacientes con un tamizaje cardiaco positivo en la unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios.
- 3.2.3.** Determinar las comorbilidades que se presentan con disminución en la spo2 en pacientes evaluados en unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios.
- 3.2.4.** Determinar la incidencia de cardiopatías congénitas asociado a otros factores como el sexo, peso al nacer y edad gestacional.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo y diseño de estudio

Cuantitativo, observacional, transversal, descriptivo.

4.2. Población

Recién Nacidos de 24-48 horas de vida, sin patología asociadas, que se encuentren en el servicio de alojamiento en conjunto de la unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios.

4.3. Muestra

Recién Nacidos de 24-48 horas de vida, sin patología asociadas, que se encuentren en el servicio de alojamiento en conjunto de la unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios que cumplan los criterios de inclusión con tamizaje cardiaco positivo.

4.3.1. Unidad Primaria de Muestreo

Recién Nacidos de 24-48 horas de vida, sin patología asociadas, que se encuentren en el servicio de alojamiento en conjunto de la unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios en el periodo de julio del 2017 a julio 2018.

4.3.2. Unidad de Análisis

Resultado obtenido por medio del tamizaje neonatal con oximetría de pulso, así como hallazgos ecocardiográficos en pacientes con tamizaje positivo.

4.3.3. Unidad de Información

Recién Nacidos de 24-48 horas de vida, sin patología asociadas, que se encuentren en el servicio de alojamiento en conjunto de la unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios y los resultados obtenidos por medio del instrumento utilizado en el estudio.

4.3.4. Diseño de muestreo

La selección de los sujetos se hizo de forma no probabilística, con el método de casos consecutivos, utilizando las boletas de recolección de datos, así como los expedientes clínicos de pacientes que fueron atendidas de Julio del año 2017 a Julio del año 2018.

4.4. Criterios de selección de los pacientes

4.4.1. Criterios de inclusión

- Neonatos sin patologías asociadas de 24 a 48 horas de vida ingresados en servicio de alojamiento en conjunto en la unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios.

4.4.2. Criterios de exclusión

- Neonatos ingresados en servicios de UCIN.
- Neonatos con comorbilidades asociadas tales como: Neumonía, sepsis.

4.5. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo de variable	Indicador	Escala
Sexo	Variable biológica y genética, que divide a los seres humanos en hombre o mujer	Cualitativa	Tipo de sexo	Nominal Masculino Femenino
Edad	Tiempo que trascurre desde el nacimiento hasta el momento de la evaluación	Cuantitativa	Horas de vida cumplidas	De razón 24- 48 horas
Edad Gestacional	Tiempo transcurrido desde la concepción hasta el parto. El método de medición fue según la escala de Ballard.	Cuantitativa	Semanas cumplidas de gestación	De razón Semanas
Peso al Nacer	Parámetro cuantitativo tomado al nacimiento que indica la fuerza gravitacional.	Cuantitativa	Peso en gramos	De razón Porcentaje de percentiles.
Tipo de parto	Forma por medio de la cual se resuelve el embarazo	Cualitativa	Tipo de parto	Nominal Vaginal Cesárea
Saturación de Oxígeno	Cantidad de oxígeno transportado por la hemoglobina en la sangre.	Cuantitativa	Porcentaje de saturación Pre y Pos ductal	De razón < 89%

				90-93% > 94 %
Tamizaje de cardiopatías	Evaluación masiva de sujetos asintomáticos respecto a patologías cardíacas. Los neonatos que saturaban menos de 93% o que existió una diferencia entre ambos valores > 3% fueron sometidos a 2 mediciones sucesivas con un intervalo de 1 hora; quienes presentaron tamizaje positivo se hizo una confirmación por ecocardiograma.	Cualitativa	Presencia de cardiopatías	Nominal Positivo Negativo
Anomalías cardíacas congénitas	Alteración biológica del corazón producida en la fase embrionaria del desarrollo. Diagnóstico definitivo dado por ecocardiograma	Cualitativa	Tipo de cardiopatía	Nominal Presencia o no de: <ul style="list-style-type: none"> • Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico • Atresia pulmonar • Tetralogía de Fallot • Retorno anómalo total de las venas pulmonares • Transposición de grandes arterias • Atresia tricúspidea

• Tronco Arterioso

4.6. Procedimientos para la recolección de la información

El estudio se realizó en el área de recién nacidos del Hospital General San Juan de Dios, se realizó la evaluación de los recién nacidos para descartar cardiopatía congénita, utilizando el oxímetro de pulso del servicio, haciendo la oximetría de pulso en los recién nacidos sanos, en el segundo día de vida o antes del alta de servicio, colocando el sensor en la mano derecha y cualquiera de ambos pies; los resultados se anotaron interpretando de la siguiente manera: 1) SpO₂ mayor o igual a 93% o una diferencia menor o igual al 3% entre mano y pie; se considera prueba negativa 2) SpO₂ entre 90 y menos de 93% o una diferencia entre mano y pie mayor a 3%, repetir en 2 oportunidades con lapso de una hora, se considera prueba positiva 3) SpO₂ menor a 90% en mano derecha o pie son consideradas pruebas positivas.

En los casos de prueba positiva, se excluyeron otras causas de hipoxemia, tales como neumonía y sepsis y luego se realizó solicitud de ecocardiograma realizado en UNICAR.

Luego de la recolección de datos, la información obtenida fue tabulada, graficada para su análisis y discusión detallada.

4.7. Instrumentos de recolección de datos

4.7.1. Pulsioxímetro: Boletas de recolección de datos, la cual estará constituida por los datos generales del recién nacido, condiciones del nacimiento, los resultados de la prueba de tamizaje mediante la oximetría de pulso y del ecocardiograma en caso de resultado positivo.

4.7.2. Instrumento de Medición: Se elaboró un instrumento de recolección de datos que cuente con las variables ya antes especificadas para documentar los casos positivos en tamizaje cardiaco.

4.8. Procesamiento de los datos

Los datos fueron tabulados en el programa Epi Info, versión 7.1. Se crea un estudio en el diseño de formas; posteriormente hubo una validación de la información usando el comprobador de códigos.

4.9. Análisis estadístico de los datos

Para analizar los datos se usó el tablero de instrumentos el cual incluye representación gráfica de datos.

Basados en los objetivos de esta investigación, se utilizó un análisis univariado, con estadística descriptiva. Para las variables cualitativas frecuencias y porcentajes y para variables cuantitativas medidas de tendencia central y de dispersión.

El valor predictivo positivo se calcula de la siguiente forma:

Valor predictivo positivo = $VP / (FP+VP)$

Oximetría de pulso	Cardiopatía	
	Sí	No
Sí	VP	FP
No	FN	VN

Los verdaderos positivos son los niños con tamizaje+ y ecocardiograma +. Los falsos positivos son niños con tamizaje + que no tienen cardiopatía según la evaluación clínica y resultado de ecocardiograma.

Se calculó el intervalo de confianza del 95% para el valor predictivo positivo y la prueba de chi cuadrado con un nivel de significancia del 5% para evaluar asociación entre variables categóricas.

4.10. Aspectos éticos

Según la Organización Mundial de la Salud, el estudio se catalogó Categoría I (sin riesgos), ya que no se realizó ninguna intervención o modificación con las variantes fisiológicas, psicológicas o sociales. No se requirió consentimiento informado ya que la información se obtuvo mediante datos del examen físico de rutina realizados a todos los recién nacidos. Los datos obtenidos y recolectados fueron únicamente utilizados con fines científicos, sin divulgar información personal y no se dio otro uso a dicha información.

V. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de la capacidad predictiva de la oximetría de pulso como prueba de tamizaje para la detección temprana de cardiopatías congénitas en 10,076 neonatos que nacieron en el Hospital General San Juan de Dios en el periodo de julio de 2017 a julio de 2018. Las características de estos neonatos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.

Aspectos epidemiológicos de los neonatos nacidos en el Hospital General San Juan de Dios. Julio 2017- Julio 2018 (n = 10,076)

Características	f	%
Sexo	Masculino	5128 51.0%
	Femenino	4948 49.0%
Edad gestacional (semanas)	< 37	540 5.0%
	37 a 42	9536 95.0%
	> 42	0 0.0%
Tipo de parto	Cesárea	5340 53.0%
	Vaginal	4736 47.0%
Peso al nacer (gramos)	< 2500	1082 11.0%
	2500 a 4000	8798 87.0%
	> 4000	196 2.0%

La distribución por sexo fue muy similar siendo el 51% de los pacientes de sexo masculino. La edad gestacional observada con mayor frecuencia fueron los pacientes a término comprendido entre las 37 y 42 semanas de gestación. En cuanto al tipo de parto se observó que la distribución también es muy similar, siendo 53% niños nacidos por cesárea. Se observó que la mayor parte de la población se encuentra con un adecuado peso al nacer correspondiendo al 87% que presentaban un peso entre 2,500 a 4,000 gramos.

Tabla 2.

Distribución de los neonatos nacidos en el Hospital General San Juan de Dios según el tamizaje para cardiopatías y ecocardiograma realizado. Julio 2017- Julio 2018

Características		f	%
Tamizaje para cardiopatía	Positivo	38	0.4%
	Negativo	10038	99.6%
Ecocardiografía Realizada	Indicada	31	82.0%
	No indicada	7	18.0%

Los pacientes que obtuvieron un tamizaje negativo fueron 10,038 (99.6%), tamizaje positivo 38 (0.4%) al presentar una saturación menor a 93% preductal o posductal o ambas en las tres medidas realizadas. La ecocardiografía se realizó a 31 neonatos (82%) que fueron catalogados como tamizaje positivo, no se le realizó ecocardiograma a 7 pacientes (18%) ya que se descartó previamente, por evaluación clínica, una patología cardíaca. En los siete pacientes que no estaba indicada la ecocardiografía los diagnósticos eran neumonía (4 casos), sepsis neonatal (2 casos) y síndrome de aspiración meconial (1 caso).

Tabla 3.

Diagnóstico de cardiopatía congénita según ecocardiografía

Hallazgo	Frecuencia	Incidencia
Cardiopatía congénita	27	0.27%
Normal	4	
Total	31	

De los 31 pacientes evaluados con ecocardiografía 27 presentaron algún hallazgo de cardiopatía congénita lo cual corresponde a una incidencia de 0.27%, por otro lado, 4 pacientes no presentaban ninguna anomalía estructural o funcional. Los diagnósticos específicos de cardiopatías se muestran en la tabla 4. El valor predictivo positivo de la oximetría de pulso para la detección de cardiopatías congénitas fue de 71.1% IC95% [55.3 a 86.8], pues solo 27 de 38 pacientes presentaron realmente una cardiopatía congénita.

Tabla 4.

Hallazgos encontrados durante la ecocardiografía de los neonatos que resultaron positivos para el tamizaje

Tipo de cardiopatía	Hallazgo	Frecuencia	Incidencia
Cardiopatías congénitas crítica	Atresia Pulmonar	7	0.07%
	Transposición de grandes arterias	3	0.03%
	Tetralogía de Fallot	2	0.02%
	Sx. Corazón izquierdo Hipoplásico	2	0.02%
	Toda	14	0.14%
	Comunicación Interventricular	4	0.04%
	Persistencia Ductos Arterioso	4	0.04%
Otras cardiopatías congénitas	Hipertensión Pulmonar	2	0.02%
	Anomalía de Ebstein	2	0.02%
	Canal Aurícula Ventricular	2	0.02%
	Foramen Oval Permeable	2	0.02%
	Insuficiencia mitral	1	0.01%
	Alguna*	13	0.13%

* Algunos pacientes presentaron más de un hallazgo, pero en total 27 pacientes presentaron hallazgo de cardiopatía congénita como se indica en la tabla 3

Se documentaron 14 pacientes con una cardiopatía congénita crítica, lo cual corresponde a una incidencia de 0.14%, representado el 45% de los pacientes a quienes se les realizó el estudio ecocardiográfico. De las cardiopatías congénitas críticas, la más importante fue la atresia pulmonar (7 casos), seguido de transposición de grandes arterias (3 casos). Las otras cardiopatías congénitas no críticas que se presentaron con mayor frecuencia fueron la comunicación interventricular (4 casos) y la persistencia de ductos arterioso (4) casos; como se indicó anteriormente hubo pacientes que presentaron más de un hallazgo, por eso la incidencia de alguna cardiopatía no crítica corresponde a 13 casos, es decir 0.13% del total de pacientes evaluados en el periodo de estudio.

Tabla 5.

Comparación de los hallazgos del tamizaje para cardiopatías y edad gestacional

Tamizaje Para Cardiopatías	Edad Gestacional (semanas)	
	< 37	37 a 42
Positivo	0 (0%)	38 (0.4%)
Negativo	540 (100%)	9498 (99.6%)
Total	540	9536

Todos los pacientes con tamizaje positivo para cardiopatías se ubicaron en el grupo de edad gestacional de 37 a 42, correspondiendo a una incidencia del 0.4%.

Tabla 6.

Comparación de los hallazgos del tamizaje para cardiopatías y peso al nacer

Tamizaje Para Cardiopatías	Peso al Nacer (g)		
	< 2500	2500 a 4000	> 4000
Positivo	8 (0.7%)	27 (0.3%)	3 (1.5%)
Negativo	1074 (99.3%)	8771 (99.7%)	193 (98.5%)
Total	1082	8798	196

Valor p, prueba de chi cuadrado = 0.026

En cuanto la relación entre el peso al nacer y los pacientes tamizados, se observó una mayor incidencia (27 casos) de tamizajes positivos en pacientes con un peso entre 2,500 a 4,000 g, seguido con 8 casos los pacientes con un peso inferior a 2,500 g, esta diferencia de incidencias fue significativa según el valor p de la prueba de chi cuadrado. En el grupo con peso al nacer de más de 4000 g, la incidencia de tamizaje positivo fue del 1.5%.

Tabla 7.

Comparación de los hallazgos del tamizaje para cardiopatías y sexo

Tamizaje para cardiopatías	Sexo	
	Masculino	Femenino
Positivo	23 (0.5%)	15 (0.3%)
Negativo	5105 (99.5%)	4933 (99.7%)
Total	5128	4948

Valor p, prueba de chi cuadrado = 0.304

Se observó mayor prevalencia de tamizajes cardiacos positivos en el grupo de pacientes con sexo masculino con 23 casos en contraste al sexo femenino que tuvo una incidencia de 15 casos. No hubo diferencia significativa en estas incidencias como lo indica la prueba de chi cuadrado.

VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se evaluó la saturación por oximetría de pulso a 10,076 neonatos en el Hospital General San Juan de dios, observando que la población de este estudio es significativamente más amplia a otros estudios realizados como el de Wright y colaboradores publicado en el año 2014, en aurora colorado, sobre la viabilidad del tamizaje para cardiopatías congénitas críticas en donde evaluaron únicamente a 988 recién nacidos, de un total de 1059 neonatos elegibles (26). Así mismo otros estudios sobre la utilización de la oximetría de pulso para la detección de cardiopatías congénitas críticas con población similar o mayor a la de este estudio requirieron un tiempo más prolongado de duración o fueron estudios multicéntricos como lo fue el de Zhao y colaboradores (27), realizado en china en tres hospitales en un periodo de 4 meses con 122,738 recién nacidos tamizados publicado en 2014. Por lo que se puede observar que la población obtenida en esta investigación es similar a otros estudios realizados siendo una muestra confiable.

En este estudio, la oximetría de pulso como prueba de tamizaje para el diagnóstico de cardiopatías congénitas tiene un valor predictivo positivo del 71.1% luego que a través de evaluación clínica y ecocardiografía se descartó a 11 pacientes que se consideraba, no presentaban una cardiopatía congénita. Este es un valor alto, aunque la precisión de la estimación es muy amplia como lo indica el intervalo de confianza del 95% mostrado en los resultados. Además, hay que tomar en cuenta que en este estudio no se evaluó la especificidad de este método para lo cual su hubiese necesitado un grupo de pacientes con valores negativos según oximetría de pulso a los que se les hiciera ecocardiografía; solo se puede concluir en este estudio que la frecuencia de falsos positivos fue de 29.9%, y que una evaluación más fehaciente de la sensibilidad de este método tendría que partir teóricamente, de la evaluación por ecocardiografía de una muestra de niños con 24 a 48 horas de vida a las que también se les realizase la oximetría de pulso.

La distribución de sexo es equitativa, aunque con leve predominio para el sexo masculino, la medida de saturación de oxígeno es más frecuente entre las 37 a 42 semanas, tipo de parto por cesáreas con un predominio levemente mayor. Existen estudios sobre el uso de la saturación de oxígeno para detectar cardiopatías congénitas críticas en recién nacidos sanos como el de Arlettaz y colaboradores (2), realizado en suiza en el 2005, donde tomaron la saturación entre las 6 y 12 horas de vida o el de Turska- Kmiec y colaboradores realizado en Polonia en el 2012, que realizaron la saturación entre las 2 y 24 horas de nacimiento. A diferencia de dichos estudios en cuanto a la edad cronológica en este se cumplió con el protocolo propuesto para la detección de cardiopatías congénitas críticas (7), donde se reconoció, que es mejor realizar el tamizaje luego de las 24 y antes de las 48 horas de vida, ya que de esta forma se disminuyen el número de casos falsos positivos que podrían estar afectados por la adaptación del neonato al medio en tomas tempranas o por el cierre del conducto arterioso en tomas tardías.

La mayoría de los pacientes tamizados en este estudio tuvieron tamizaje negativo y fueron dados de alta, el 0.37% de los casos fueron catalogados de tamizaje positivo al presentar una saturación menor de 90% preductal o post ductal o ambas o un diferencial mayor a 3%, siendo sometidos a ecocardiografía.

La incidencia de cardiopatías congénitas, diagnosticadas por tamizaje con oximetría de pulso y confirmación por ecocardiografía, en la unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios durante 2017 a 2018 fue de 0.27% y de cardiopatías congénitas críticas del 0.14%. Es decir, la incidencia de cardiopatías congénitas fue de 27 pacientes por cada 10,000, o de 2.7 por cada 1000 pacientes. Contrastando esto con los datos encontrados en el estudio realizado en UNICAR en el año 2010, "Detection rates of congenital heart disease in Guatemala" (28), en donde indican que la incidencia de todas las malformaciones cardíacas es de 8 por cada 1000 nacidos vivos, siendo muchas de estas cardiopatías con un diagnóstico tardío, ya que solo el 9% de las mismas se diagnostican en el periodo neonatal.

Siendo congruente con los resultados obtenidos en el estudio, con un bajo porcentaje de pacientes positivos al tamizaje neonatal.

Las comorbilidades que se presentan con disminución en la spO_2 en pacientes evaluados en unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios fueron la neumonía, la sepsis y síndrome de aspiración meconial, los cuales se consideraron falsos positivos para la oximetría de pulso en la detección de anomalías cardíacas congénitas.

Varios estudios que reflejan la baja incidencia cardiopatías críticas. El estudio realizado en suiza (29) por de Wahl y colaboradores con 39,821 neonatos reporto una incidencia de 13 por cada 10, 000 pacientes un valor igual al reportado en este estudio (14 por cada 10,000). Otro estudio publicado en 2013 de Jegatheesan y colaboradores (30), realizado en California, con un total de 13,714 neonatos reportó que 8 fueron catalogados como tamizaje positivo y de ellos, en 2 casos se demostró la presencia de cardiopatías críticas como tetralogía de Fallot y anomalía de Epstein. Todos estos estudios explican la baja incidencia, en comparación de los datos a nivel nacional, de las cardiopatías congénitas críticas que busca el protocolo de saturación de oxígeno propuesto en este trabajo. Sin embargo esto no quiere decir que la saturación de oxígeno no sea útil en el tamizaje de cardiopatías, ya que está bien demostrada en varios estudios la utilidad del mismo para la detección temprana de estas, debido a esto en enero del 2011, los miembros de comité asesor sobre los trastornos hereditarios en los recién nacidos y niños (SAHDNC), Academia Americana de Pediatría (AAP), Asociación Americana del Corazón (AHA) y Colegio Americano de Cardiología (ACCF), recomiendan el uso de la pulso oximetría para la detección de cardiopatías congénitas críticas con el fin de minimizar los casos no detectados y disminuir las secuelas por detecciones tardías. Entre las cardiopatías congénitas críticas, se diagnosticó con mayor frecuencia la atresia pulmonar no acorde a la literatura que reporta una incidencia menor del 1% de dicha patología, seguido de la TGA en un 10% de los pacientes diagnosticados por ecocardiografía

siendo más acorde con la literatura que reporta este tipo de cardiopatía con una frecuencia del 5 al 7 % de los casos diagnosticados.

Respecto a la edad gestacional, y sexo no se encontró diferencias en el tamizaje cardiaco neonatal, así como publican en su estudio Tal y colaboradores, el cual fue realizado en 2013 en Jerusalén (31), con 189 neonatos sanos a término, donde demostraron que los datos demográficos no existe diferencia significativa entre los valores de saturación y la edad gestacional, el peso al nacer y el sexo del paciente, siendo lo anterior aplicable a este estudio donde las variables demográficas no demostraron tener un impacto significativo en los resultados obtenidos por medio del tamizaje neonatal. Pero esos resultados contrastan con los de este estudio en cuanto el peso al nacer pues la mayor incidencia de cardiopatías congénitas se observó en los niños con > 4000 g, algunos con macrosomía fetal y posiblemente hijos de madres con factores de riesgo como obesidad, diabetes gestacional. Esta diferencia en la incidencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.026$).

6.1. Conclusiones

- 6.1.1.** La oximetría de pulso como prueba de tamizaje para el diagnóstico de cardiopatías congénitas en neonatos a término tiene un valor predictivo positivo del 71.1%.
- 6.1.2.** La incidencia de cardiopatías congénitas, diagnosticadas por tamizaje con oximetría de pulso y confirmación por clínica y ecocardiografía, en la unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios durante 2017 a 2018 fue de 0.27% y de cardiopatías congénitas críticas del 0.14%.
- 6.1.3.** Las cardiopatías congénitas más diagnosticadas por medio de ecocardiografía en los pacientes con un tamizaje cardiaco positivo fueron atresia pulmonar (0.07%), comunicación interventricular (0.04%), persistencia de ductos arterioso (0.04%) y transposición de grandes arterias (0.03%).
- 6.1.4.** Las comorbilidades que se presentan con disminución en la spo2 en pacientes evaluados en unidad de neonatología del Hospital General San Juan de Dios fueron la neumonía, la sepsis y síndrome de aspiración meconial, los cuales se consideraron falsos positivos para la oximetría de pulso en la detección de anomalías cardiacas congénitas.
- 6.1.5.** La incidencia de cardiopatías congénitas no varió según sexo ni edad gestacional, sin embargo, se observó que esta fue mayor en niños con peso al nacer > 4000 g ($p = 0.026$).

6.2. Recomendaciones

- 6.2.1.** Se debe continuar realizando pulso oximetría a todo recién nacido entre las 24 y 48 horas de vida en la Unidad de Neonatología del Hospital General San Juan de Dios, con el fin del diagnóstico temprano de cardiopatías congénitas críticas y así mejorar el pronóstico de estos pacientes.

- 6.2.2.** Se debe garantizar que todo paciente en la unidad de recién nacidos del Hospital General San Juan de Dios, con un tamizaje cardiaco positivo, se le realiza con la mayor prontitud una ecocardiografía diagnóstica, ya que esta es considerada con la prueba de oro para descartar cardiopatías congénitas críticas como causa de hipoxemia.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Khoshnood B, Lelong N, Houyel L, Thieulin A-C, Jouannic J-M, Magnier S, et al. Prevalence, timing of diagnosis and mortality of newborns with congenital heart defects: a population-based study. *Heart* [Internet]. 2012;98(22):1667–73. Disponible en: <http://heart.bmj.com/lookup/doi/10.1136/heartjnl-2012-302543>
2. Arlettaz R, Bauschartz A, Monkhoff M. The contribution of pulse oximetry to the early detection of congenital heart disease in newborns. *Eur J Pediatr*. 2006;165(2):94–8.
3. Braunwald E, Bonow R. *Braunwald Tratado de Cardiología. Texto de Medicina Cardiovascular*. 9ª ed. Madrid: Elsevier; 2012.
4. Park M. *Pediatric Cardiology for Practitioners*. 5ª ed. Filadelfia: Mosby Elsevier; 2007.
5. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* [Internet]. 2012;379(9835):2459–64. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014067361260107X>
6. Sendelbach DM, Jackson GL, Lai SS, Fixler DE, Stehel EK, Engle WD. Pulse Oximetry Screening at 4 Hours of Age to Detect Critical Congenital Heart Defects. *Pediatrics* [Internet]. 2008;122(4):e815–20. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2008-0781>
7. Ewer A, Furnston A, Middleton L, Deeks J, Daniels J, Pattison H, et al. Pulse oximetry as a screening test for congenital heart defects in newborn infants: a test accuracy study with evaluation of acceptability and cost-effectiveness. *Health Technol Assess (Rockv)* [Internet]. 2012;16(2). Disponible en: <https://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/hta/hta16020/>
8. Vetter V, editor. *Pediatric cardiology: the requisites in pediatrics*. Amsterdam: Mosby Elsevier; 2006.
9. Gleason C, Devaskar S. *Avery's Diseases of the Newborn*. 9ª ed. Elsevier; 2012. 1520 p.
10. Perloff J, Marelli A. *Perloff's Clinical Recognition of Congenital Heart Disease*. 6ª ed. Filadelfia: Elsevier Saunders; 2012. 576 p.
11. Grace RF. Pulse oximetry. Gold standard or false sense of security? *Med J Aust* [Internet]. 1994;160(10):638–44. Disponible en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8177111>

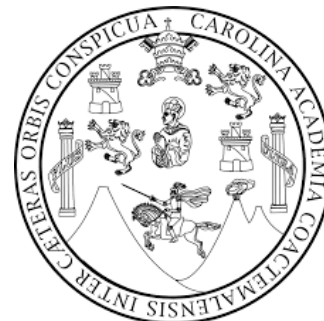
12. Mahle WT, Martin GR, Beekman RH, Morrow WR, Rosenthal GL, Snyder CS, et al. Endorsement of Health and Human Services Recommendation for Pulse Oximetry Screening for Critical Congenital Heart Disease. *Pediatrics* [Internet]. 2012;129(1):190–2. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2011-3211>
13. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, Cooley WC, Kumar P, Morrow WR, et al. Strategies for Implementing Screening for Critical Congenital Heart Disease. *Pediatrics* [Internet]. 2011;128(5):e1259–67. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2011-1317>
14. Boneva RS, Botto LD, Moore CA, Yang Q, Correa A, Erickson JD. Mortality Associated With Congenital Heart Defects in the United States. *Circulation* [Internet]. 2001 May 15;103(19):2376–81. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.103.19.2376>
15. Prudhoe S, Abu-Harb M, Richmond S, Wren C. Neonatal screening for critical cardiovascular anomalies using pulse oximetry. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed* [Internet]. 2013;98(4):F346–50. Disponible en: <http://fn.bmj.com/lookup/doi/10.1136/archdischild-2012-302045>
16. Talner CN. Report of the New England Regional Infant Cardiac Program, by Donald C. Fyler, MD, *Pediatrics*, 1980;65(suppl):375-461. *Pediatrics* [Internet]. 1998;102(1 Pt 2):258–9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9651450>
17. Abdulla R. *Heart Diseases in Children* [Internet]. Abdulla R, editor. Boston, MA: Springer US; 2011. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-7994-0>
18. Ronderos M. Enfoque del paciente con cardiopatía congénita. *CCAP*. 2012;(7):21–32.
19. Da Cruz E, Ivy D, Jagers J. *Pediatric and Congenital Cardiology, Cardiac Surgery and Intensive Care*. Londres: Springer-Verlag London; 2014.
20. Keane J, Fyler D, Lock J. *Nadas' Pediatric Cardiology*. New York: Elsevier; 2006. 960 p.
21. Kumar P, Burton B. *Congenital Malformations: Evidence-Based Evaluation and Management*. 2nd ed. The McGraw-Hill Companies; 2008.
22. Rivera D. *Cardiología*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana; 1993.

23. Syamasundar Rao P. Diagnosis and management of cyanotic congenital heart disease: Part II. *Indian J Pediatr* [Internet]. 2009;76(3):297–308. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s12098-009-0056-7>
24. Hernández E. Nelson. *Tratado de Pediatría*. 20th ed. Kliegman R, Bonita S, Geme J, Schor N, editors. Madrid: Elsevier; 2016.
25. Moro M, Málaga S, Madero L. *Cruz Tratado de Pediatría*. 11th ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2013.
26. Wright J, Kohn M, Niermeyer S, Rausch CM. Feasibility of Critical Congenital Heart Disease Newborn Screening at Moderate Altitude. *Pediatrics* [Internet]. 2014;133(3):e561–9. Disponible en: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2013-3284>
27. Zhao Q, Ma X, Ge X, Liu F, Yan W, Wu L, et al. Pulse oximetry with clinical assessment to screen for congenital heart disease in neonates in China: a prospective study. *Lancet* [Internet]. 2014;384(9945):747–54. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673614601987>
28. Trucco SM, Barnoya J, Larrazabal LA, Castañeda A, Teitel DF. Detection rates of congenital heart disease in Guatemala. *Cardiol Young* [Internet]. 2011;21(02):153–60. Disponible en: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1047951110001617
29. de-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlum C, Inganas L, et al. Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39 821 newborns. *BMJ* [Internet]. 2009 Jan 8;338(jan08 2):a3037–a3037. Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.a3037>
30. Jegatheesan P, Song D, Angell C, Devarajan K, Govindaswami B. Oxygen Saturation Nomogram in Newborns Screened for Critical Congenital Heart Disease. *Pediatrics* [Internet]. 2013;131(6):e1803–10. Disponible en <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2012-3320>
31. Samuel TY, Bromiker R, Mimouni FB, Picard E, Lahav S, Mandel D, et al. Newborn oxygen saturation at mild altitude versus sea level: implications for neonatal screening for critical congenital heart disease. *Acta Paediatr* [Internet]. 2013;102(4):379–84. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/apa.12155>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de Recolección de Datos

Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Medicas
Post grado de Pediatría



Boleta recoleccion de datos investigacion:

OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATIAS CONGENITAS

Número de Expediente: _____

Nombre de la Madre: _____

Dirección del domicilio: _____

Teléfonos: _____

Fecha de captación: _____

Fecha de nacimiento: (DD/MM/AAAA) _____

Edad en horas: _____ Edad gestacional: _____

Modo de parto: Cesárea / Vaginal

Sexo: F/ M

Peso en gramos: _____

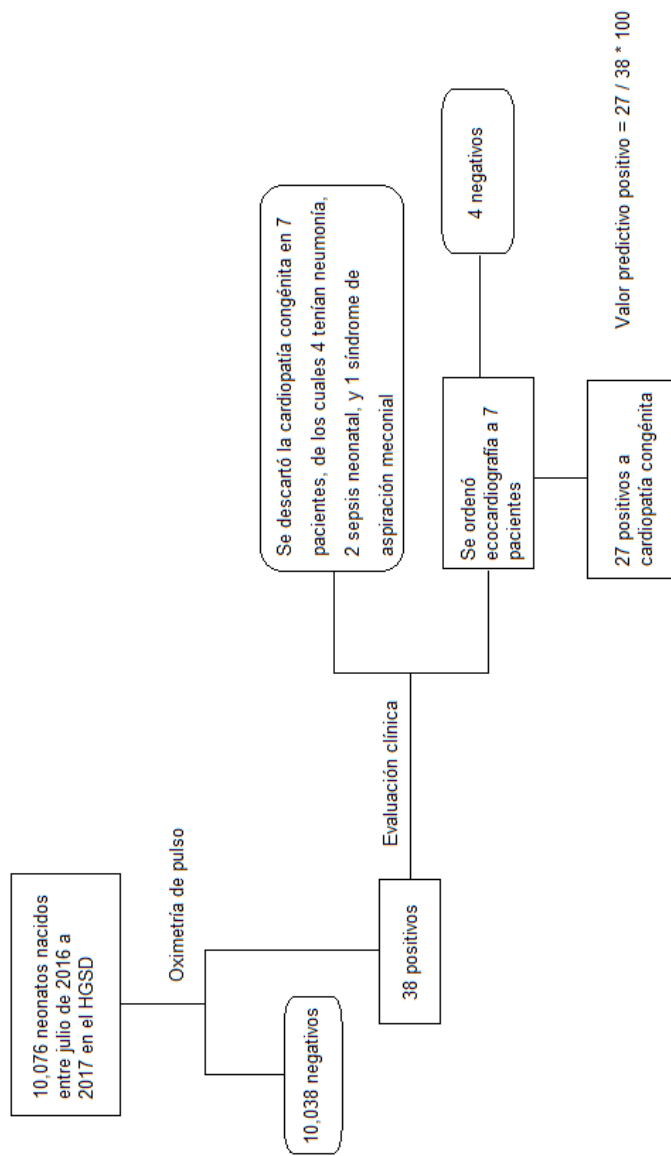
Saturación de oxígeno %:

	1	2	3	Dif. > 3%		Tamizaje	
				Si	No	+	-
Pre ductal							
Pos ductal							

Diagnóstico por ecocardiograma:

Síndrome de corazón izquierdo hipoplásico.
Atresia pulmonar
Tetralogía de Fallot
Retorno anómalo total de las venas pulmonares
Transposición de grandes arterias
Atresia tricuspídea
Tronco arterioso
Otro

Anexo 2. Selección de los pacientes



PERMISO DE AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada **“OXIMETRÍA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS”** para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.