

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACION DE LA ESPECIALIDAD EN PEDIATRIA
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL



“VALOR PREDICTIVO DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE
CARDIOPATIAS CONGENITAS CON EL USO DEL TAMIZ NEONATAL CARDIACO CON RADICAL
– 7 Y LA ECOCARDIOGRAFIA EN EL HOSPITAL GENERAL DE CUAUTITLAN “GRAL. VICENTE
VILLADA” DE MAYO – AGOSTO DE 2019.”

INSTITUTO DE SALUD DEL ESTADO DE MÉXICO
HOSPITAL GENERAL DE CUAUTITLAN “GENERAL VICENTE VILLADA”
TESIS
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN
PEDIATRIA

PRESENTA:

M.C. CARLOS DANIEL SALCIDO MERINO

DIRECTOR DE TESIS:

ESP. EN. NEO. OCTAVIO RAFAEL MANCILLA SÁNCHEZ

REVISORES:

E. EN PED. JOAQUIN RINCON ZUNO
E. EN PED. VERONICA AVILA RESENDIZ
E. EN PED. MARCO ANTONIO ACOSTA TOVAR
E. EN PED. ALFREDO VALDEZ LOPEZ

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, 2021

“VALOR PREDICTIVO DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA DETECCION OPORTUNA DE CARDIOPATIAS CONGENITAS CON EL USO DEL TAMIZ NEONATAL CARDIACO CON RADICAL – 7 Y LA ECOCARDIOGRAFIA EN EL HOSPITAL GENERAL DE CUAUTITLAN “GRAL. VICENTE VILLADA” EN MAYO – AGOSTO DE 2019.”

Tabla de contenido

1. RESUMEN	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Concepto y definiciones	7
2.2. Embriología del sistema cardiovascular	8
2.3. Etiopatogenia y clínica más frecuente de las cardiopatías congénitas:	12
2.4. Protocolo de detección para cardiopatías congénitas y su diagnóstico	17
2.5. Pulsioximetría RADICAL – 7 de la marca MASIMO.....	23
3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	29
4. HIPÓTESIS:	29
4.1. HIPOTESIS:.....	29
4.2. HIPOTESIS NULA:	29
5. JUSTIFICACIÓN	30
6. OBJETIVOS:	33
6.1. GENERAL:.....	33
6.2. ESPECIFICOS:.....	33
7. METODO DE ESTUDIO	34
8. IMPLICACIONES ÉTICAS.....	34
9. RESULTADOS	35
10. DISCUSION	55
11. CONCLUSIONES.....	56
12. RECOMENDACIONES	57
13. BIBLIOGRAFÍA	58
14. ANEXOS	61
14.1. ANEXO 1. HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	61
14.2. ANEXO 2: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS	62
14.3. ANEXO 3: COTIZACION DEL EQUIPO RADICAL – 7.....	63
14.4. ANEXO 4: OPERACIÓN DE VARIABLES	64

1. RESUMEN

Se estima que las cardiopatías congénitas críticas de manifestación neonatal tienen una incidencia de 1 – 2 por 1000 nacidos vivos y son el origen de un 10% de fallecimientos en el primer año de vida. Una cardiopatía congénita crítica es toda aquella que requiera intervención por cateterismo en los primeros 12 meses de vida; se han normado tamizajes con el fin de identificar defectos estructurales cardíacos asociados a hipoxia, y donde el cierre del conducto arterioso represente aumento de la morbilidad y mortalidad en edad temprana. En diversos estudios, la sensibilidad de la pulsioximetría para la detección de cardiopatías congénitas críticas fue de 76.5% y la especificidad fue del 99.9%. La pulsioximetría de Masimo Radical - 7 utiliza filtros adaptativos que pueden adaptarse a señales fisiológicas cambiantes o al ruido y separarlos. Los estudios realizados para el tamizaje toman en cuenta la mano derecha y cualquiera de los dos pies, considerando como anormal una diferencia mayor del 3% entre ambos. **Método:** Se realizó un estudio observacional, prospectivo, transversal, con casos por oportunidad y conveniencia, en 76 neonatos del Hospital General de Cuautitlán durante un periodo de cuatro meses, identificando factores de riesgo y comparándolos con un tamizaje cardiológico con el equipo Radical – 7 y ecocardiografía por terceras personas. **Resultados:** De los 76 casos estudiados, 56 salieron con tamiz neonatal cardíaco negativo (75.7%), los cuales se consideraron sanos desde el inicio; 8 casos resultaron dudosos por criterios de la AHA para cardiopatía congénita (10.5%) y 12 se consideraron positivos (15.8%). se establece una correlación mínima unilateral con $p = 0.018$, esto asociado a la presencia de 0 o más factores de riesgo. hay una correlación estadísticamente significativa ($p = 0.003$), asociada a la ausencia de factores de riesgo y un resultado negativo en el tamiz neonatal cardíaco de pulso. Sólo en neonatos hijos de madres con diabetes gestacional e hipertensión gestacional, se encuentra una correlación estadísticamente significativa para tamiz como ecocardiografía, sin embargo, el valor predictivo positivo resulta muy bajo. **Conclusiones:** A pesar de encontrar correlación estadísticamente significativa, el valor predictivo positivo de los factores de riesgo presenta valores muy bajos; y lo opuesto con el valor predictivo negativo.

Summary: Critical congenital heart disease of neonatal manifestation is estimated to have an incidence of 1 – 2 per 1000 live births and are the source of 10% of deaths in the first year of life. Critical congenital heart disease is all that requires catheterization intervention in the first 12 months of life; screenings have been standardized to identify structural cardiac defects associated with hypoxia, and where the closure of the arterial duct represents increased morbidity and mortality at an early age. In several studies, the sensitivity of pulsioxymetry for the detection of critical congenital heart disease was 76.5%

and specificity was 99.9%. Masimo Radical -7's pulse oximetry uses adaptive filters that can adapt to changing physiological signals or noise and separate them. Studies for screening take into account the right hand and either foot, considering as abnormal a difference greater than 3% between the two.

Method: An observational, prospective, cross-sectional study was conducted, with cases of opportunity and convenience, in 76 neonates of the General Hospital of Cuautitlán over a period of four months, identifying risk factors and comparing them with cardiologist sifting with the Radical team – 7 and echocardiography by third parties. **Results:** Of the 76 cases studied, 56 came out with negative oximetry sieve (75.7%), which were considered healthy from baseline; 8 cases were doubtful by AHA criteria for congenital heart disease (10.5%) and 12 were considered positive (15.8%). a minimum one-sided correlation is established with $p < 0.018$, this associated with the presence of 0 or more risk factors. there is a statistically significant correlation ($p < 0.003$), associated with the absence of risk factors and a negative result in pulse oximetry sieve. Only in neonates children of mothers with gestational diabetes and gestational hypertension, is a statistically significant correlation found for sieve as echocardiography, however, the positive predictive value is very low. **Conclusions:** Despite finding statistically significant correlation, the positive predictive value of risk factors has very low values; and the opposite with the negative predictive value.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Concepto y definiciones

Se define, de acuerdo con la guía de práctica clínica mexicana, como una cardiopatía congénita, a las malformaciones cardíacas o de sus grandes vasos presentes al nacimiento y que se originan en las primeras semanas de gestación por factores que actúan alterando o deteniendo el desarrollo embriológico del sistema cardiovascular (1).

Una cardiopatía representa una amenaza vital o de invalidez, afectando a un ser en pleno desarrollo físico, intelectual y social (2). El 85% de los nacidos vivos con una cardiopatía congénita alcanzan la vida adulta.

Dirigiéndonos a ésta misma, se menciona que, la prevalencia de las cardiopatías congénitas a nivel mundial es de 9.1 por cada 1000 recién nacidos vivos, de las cuales, 1.64 por cada 1000 recién nacidos padecen de comunicación interauricular (CIA), siendo la segunda más frecuente a nivel mundial (3). Sin embargo, no tenemos una normativa para demás cardiopatías congénitas ni su tamizaje neonatal para su detección oportuna.

Las cardiopatías congénitas críticas de manifestación neonatal tienen una incidencia de 1 – 2 por 1000 nacidos vivos y son el origen de un 10% de fallecimientos en el primer año de vida. Se pueden clasificar en (4):

- Obstáculos derechos:
 - Estenosis pulmonar
 - Atresia pulmonar:
 - Tabique intacto
 - Comunicación interventricular
 - Tetralogía de Fallot
- Obstáculos izquierdos:
 - Coartación de la aorta
 - Hipoplasia ventricular izquierda
- Anomalías de conexión arterial o venosa:
 - Transposición de los grandes vasos

- Retorno venoso pulmonar anormal total
- Cortocircuitos izquierda – derecha voluminosos

2.2. Embriología del sistema cardiovascular

A los 18 días de gestación, se puede identificar en la placa mesodérmica esplecnopleural a cada lado del eje del embrión, un conjunto de células progenitoras cardíacas que posteriormente, generará túbulos cardíacos. A los 22 días de la gestación, estos túbulos se fusionan en la línea media en la superficie ventral del embrión, formando el túbulo cardíaco primigenio; está compuesto de una capa externa de miocardio, una media de matriz extracelular, conocida como gelatina cardíaca, y una interna de endocardio. Las células que conformaran cada estructura del corazón surgen de dos líneas distintas celulares: una primaria, que otorgará las células exclusivamente para el ventrículo izquierdo; y una secundaria, que generará las células primigenias de las aurículas y el ventrículo derecho. Ocurre en este punto, una migración de células premiocárdicas, la que incluirá células epicárdicas y células derivadas de la cresta neural, dirigiéndose a la región anterior (5).

Hacia craneal, el túbulo se continua con la aorta dorsal y caudalmente con las venas vitelo-umbilicales. Se ha detectado en esta fase los primeros latidos cardíacos, aproximadamente a los 20 días de la gestación y previo a la primera torsión del corazón.

Se pueden identificar las siguientes estructuras del tubo cardíaco (5,6,7):

1. Seno venoso con su cuernos derecho e izquierdo
2. Aurículas primitivas
3. Surco auriculo-ventricular
4. Ventrículo primitivo
5. Surco interventricular
6. Bulbo cordis
7. Conus cordis
8. Tronco arterial
9. Saco aórtico

A los 25 días de la gestación, se forma el bucle cardíaco con la torsión del túbulo cardíaco hacia la derecha (dextrocardia) o a la izquierda (levocardia). Esto forma el asa bulbo-ventricular, fusionándose

las dos aurículas primitivas para formar una común y el tronco arterial queda en el techo de ésta. A los 28 días, se origina el septum primum, una cresta que surge desde dorsal hacia los cojinetes endocárdicos, formando el ostium primum. El septum se perfora y forma el ostium secundum, previo a fusionarse con los cojinetes, y su borde será posteriormente el foramen oval. Es también en esta semana que el ventrículo izquierdo surge del ventrículo primitivo y del bulbo cordis surgirá parte del ventrículo derecho. De la aurícula surgen cuatro brotes que se extienden hasta las yemas pulmonares, dando lugar a las venas pulmonares.

Como se puede observar, al ventrículo derecho no se encuentra ninguna comunicación con la aurícula, siendo el flujo desde el ventrículo izquierdo. El canal aurículo-ventricular se debe expandir hacia el bulbo cordis para iniciar una nueva comunicación, habiendo cuatro almohadillas: dorsal, ventral, izquierda y derecha.

Durante la quinta semana de gestación, aparece el septum ventricular como un borde en el piso del ventrículo común, se aproxima la aorta dorsal al foramen interventricular, la válvula mitral y el ventrículo izquierdo y se separa la aorta ascendente de la arteria pulmonar principal, y con ello, la separación de las válvulas mitral de la tricúspidea, el septum se mueve hacia la izquierda, y con ello, expande también el ventrículo derecho.

A los 30 – 36 días, se forma la válvula pulmonar, moviéndose hacia posterior y a la izquierda de la válvula aórtica, para posteriormente, desviarse hacia anterior. Con esto se forma la circulación primitiva doble en paralelo. Al final de la quinta semana, ya están formados los arcos aórticos 3, 4 y 6, el conducto arterioso y la aorta dorsal, junto con el apoyo de las células de la cresta neural para el desarrollo del infundíbulo.

A la sexta semana, se cierra el tabique conal del infundíbulo, y el cierre de la parte membranosa del tabique interventricular. Para la circulación fetal, es importante el foramen oval y el septum primum, que actúa a manera de valva, para el control de la circulación derecha-izquierda en el cortocircuito. El seno venoso es una estructura pareada, con dos cuernos, que reciben la sangre de la vena vitelina, la vena umbilical y la vena cardiaca común. El cuerno sinusal derecho se amplía, la vena cardinal derecha se convierte en la vena cava superior y la vitelina derecha en la vena cava inferior, mientras que la umbilical se oblitera e involuciona. El cuerno izquierdo disminuye y forma el seno coronario y la vena

oblicua del ventrículo izquierdo. El cuerno se abre hacia el orificio del cuerno derecho, formando el orificio del seno coronario. Este seno derecho se unirá a la aurícula derecha en generación.

A los 42 días, los cojinetes dorsal y ventral se fusionarán, dividiendo el canal AV único y la respectiva comunicación entre aurícula y ventrículo; así mismo, la misma expansión de los ventrículos, hará que, en su punto de encuentro, se forme el tabique interventricular muscular. Del mismo septum se originarán brotes que crecen en las paredes de las vías de salida, formando el brote del tronco y el brote del conus.

- Brote troncular: el superior derecho, que crece hacia la distal a la izquierda; el inferior izquierdo crece a distal y a la derecha
- Brote del conus: dorsal derecho se continua con el superior derecho, el izquierdo ventral se continua con el inferior izquierdo para posterior, fusionarse.

Las válvulas semilunares comienzan a desarrollarse a partir de tres prominencias en el tejido subendocárdico alrededor de los orificios de la aorta y el tronco pulmonar. Se ahuecan y remodelan para formar tres valvas de paredes finas. Las válvulas auriculoventriculares aparecen de forma similar a partir de las proliferaciones del tejido localizado alrededor de los conductos aurículo-ventriculares.

Éste complejo desarrollo está caracterizado por múltiples señalizaciones, las cuales se observan en el siguiente diagrama (6,7,8):

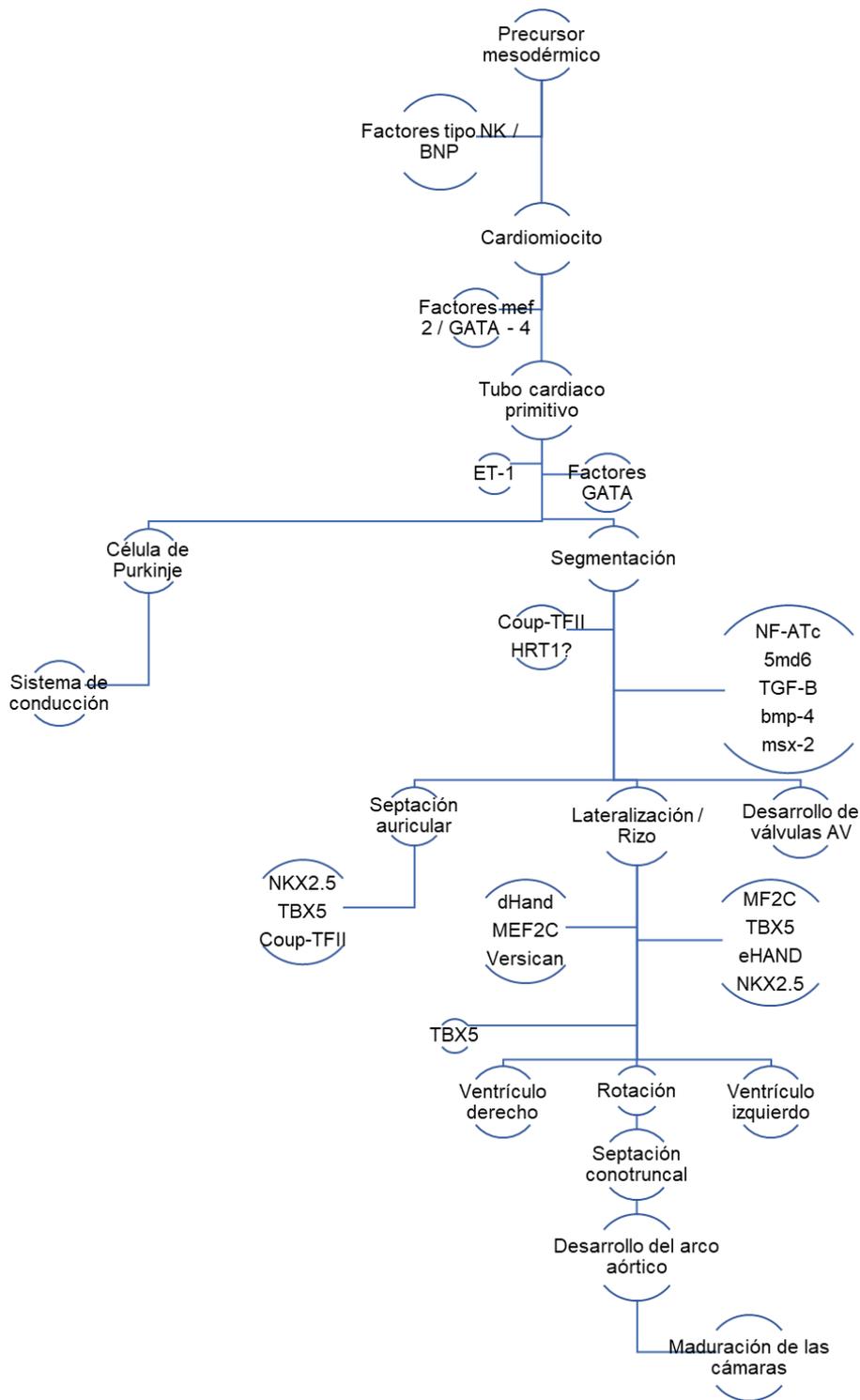


Figura 1. Desarrollo embrionario cardíaco. Tomado de Gómez, M., Danglot, C., Santamaria, H. & Riera, C. (2012, marzo). Desarrollo embrionario y evolución anatomofisiológica del corazón (Primera Parte). Rev. Mex. Ped, 79, pp. 92 - 101.

La disfunción de estos factores de transcripción genera, por lo tanto, que el proceso de evolución y desarrollo normal del sistema cardiovascular sea ineficiente, y, por lo tanto, se presenten las cardiopatías congénitas específicas.

2.3. Etiopatogenia y clínica más frecuente de las cardiopatías congénitas:

2.3.1. *Comunicación interauricular:*

Es una cardiopatía congénita frecuente, siendo su forma más común la permeabilidad del agujero oval, el cual se cierra, como se describió anteriormente, cuando las presiones interauriculares, se igualan en ambas partes del sistema, haciendo que el septum secundum se fusione con el primum, cerrando así el agujero oval. Se puede acompañar de otros defectos, como la estenosis o atresia pulmonar.

Existen cuatro comunicaciones de relevancia clínica:

- Defecto Osteum secundum,
Son bien tolerados durante la infancia, presentan hipertensión pulmonar hasta la cuarta década de la vida, el manejo es mediante cirugía y la mortalidad es menor del 1%. Tiene una relación mujer: hombre 3:1. Surge de una absorción anormal del septum primum durante la formación del foramen secundum o por un defecto demasiado grande.

Por lo general es asintomático y se encuentra de manera inadvertida en una exploración física. Se identifica de manera tardía en el escolar con intolerancia al ejercicio de diferente intensidad. Puede producirse platipnea (disnea al levantarse) u ortodeoxia (desaturación a la bipedestación). Se puede palpar el golpe del ventrículo derecho en la cavidad torácica, con un desdoblamiento del segundo ruido en todas las fases de la respiración con un murmullo sistólico que se escucha mejor en el borde esternal izquierdo y hacia arriba.

Puede estar asociada a estenosis de la pulmonar, defectos ventriculares del septum, estenosis de la rama arteria pulmonar, prolapso de la válvula mitral e insuficiencia de esta.

Los defectos pequeños y medianos pueden cerrar de manera espontánea y se realiza cierre quirúrgico en los cortocircuitos moderados a severos con excelentes resultados y mejoría de la calidad de vida.

- Defecto del cojinete endocárdico con ostium primum,
En ésta existe una deficiencia de los cojinetes endocárdicos y del tabique auriculoventricular, haciendo que el septum primum no se fusione, siendo en consecuencia un defecto ostium primum-foramen primum patente, con defecto en la válvula mitral tipo hendidura. Puede estar acompañado a canal AV, siendo frecuente en el síndrome de Down en un 20% de los casos.
- Defecto del seno venoso
Estas se localizan en la parte superior del tabique interauricular cerca de la entrada de la vena cava superior y se debe a la reabsorción incompleta del seno venoso en la aurícula derecha y/o desarrollo anormal del septum secundum. Está asociado a conexiones venosas pulmonares anómalas parciales.
- Aurícula común.
Defecto infrecuente por ausencia del tabique interauricular, siendo el resultado del fallo de la formación del septum primum y septum secundum.

2.3.2. Comunicación interventricular

Es la cardiopatía congénita más frecuente, supone el 25% de todos los defectos. Son más frecuentes en el sexo masculino, se pueden localizar en cualquier parte del tabique, pero el más frecuente es el tipo membranoso. El 30 – 50% se cierran en el primer año de vida, los que tienen un defecto amplio, presentan un cortocircuito izquierdo – derecha masiva. Esto es debido a un fallo en la formación de la porción membranosa del tabique interventricular y fallo del crecimiento de una extensión del tejido subendocárdico desde el lado derecho del cojinete endocárdico y de fusión con el tabique aortopulmonar y con la porción muscular del tabique interventricular. Pueden provocar hipertensión pulmonar con disnea e insuficiencia cardiaca desde el inicio.

La comunicación interventricular muscular es poco frecuente, por una cavitación excesiva del tejido miocárdico durante la formación las paredes ventriculares y la porción muscular del tabique.

El ventrículo único es por un fallo de formación del tabique y produce corazón con sólo tres cavidades; puede estar comunicadas por un canal auriculoventricular o dos válvulas aurículo-ventriculares independientes. Está asociado a transposición de los grandes vasos.

Los defectos del tabique interventricular se manifiestan desde un cuadro asintomático, pasando a presentar un soplo eyectivo, en el foco tricúspideo acompañado de un thrill, hasta presentar un cuadro de hipertensión pulmonar con disnea, dificultad a la alimentación, pobre crecimiento, diaforesis, infecciones pulmonares recurrentes y falla cardiaca en la lactancia.

2.3.3. Defecto del canal aurículo ventricular.

Se trata de un defecto continuo del septum auricular en su porción inferior y falta de fusión del cojinete del tabique interventricular, sin formación ni división de las válvulas auriculoventriculares, ni de sus valvas, este defecto es común en los pacientes con síndrome de Down. Está asociado a hipoplasia de alguno de los ventrículos. Este defecto provoca combinación completa de la sangre pulmonar y sistémica y un cortocircuito severo.

Se manifiesta de fatiga fácil, intolerancia al ejercicio y neumonía recurrente. Presenta precordio hiperdinámico, con presencia de un primer ruido normal o aumentado, desdoblamiento del segundo ruido, murmullo eyectivo en el foco pulmonar u otro grave, mesodiastólico en la parte baja del esternón de lado izquierdo o en el ápex.

Cuando el defecto es completo, se produce falla cardiaca sistémica y pulmonar, con visceromegalias y aumento de las cavidades, con choque de punta en tórax de lado izquierdo y con thrill palpable.

2.3.4. Transposición de los grandes vasos.

Es la causa más frecuente de cardiopatía congénita cianógeno, asociado a otras anomalías del tabique cardiaco, que permiten a cierto modo la circulación entre el sistémico y el pulmonar. Existe dos cortocircuitos independientes, el sistémico y el pulmonar, siendo que ninguna puede pasar al otro si es que no existe el defecto en el tabique; sin una cirugía, la mortalidad sobreviene en pocos meses. Se estima que surge de que el tabique aortopulmonar no sigue el trayecto espiral durante la división del bulbo cordis, con fallo del desarrollo del cono arterial durante la incorporación del bulbo cordis al ventrículo izquierdo.

Clínicamente presenta cianosis y taquipnea en las primeras horas o días de vida; la mayoría no tiene buena sobrevida, es completamente ducto-dependiente, por lo que su cierre es fatal para el neonato.

2.3.5. Tetralogía de Fallot.

Este síndrome clásico con cuatro defectos consiste en:

- Estenosis pulmonar
- Comunicación interventricular
- Destroposición de la aorta
- Hipertrofia ventricular derecha.

El tronco pulmonar suele ser pequeño y surgen distintos grados de obstrucción. La división del tronco arterial es asimétrica, impidiendo la generación de la válvula pulmonar y del tronco pulmonar mismo, por lo que no hay orificio. La circulación pulmonar depende absolutamente del conducto arterioso permeable o de vasos colaterales bronquiales.

La cianosis no se encuentra presente en un inicio, sin embargo, existe hipertrofia del infundíbulo ventricular derecho, conforme el niño crece, presentando posteriormente cianosis posterior al año de vida, exceptuando con aquellos con atresia u obstrucción completa de la arteria pulmonar, siendo dependientes de la permeabilidad del conducto arterioso, ocurriendo colapso cardiovascular y cianosis en cuanto empieza a cerrarse.

Niños de mayor edad se muestran con acrocianosis, tegumentos grisáceos, disnea ante medianos a pequeños esfuerzos, presentan ataques paroxísticos de hiper Cianosis, siendo un problema en los dos primeros años de vida; de predominio matutino y al despertar. El pronóstico es muy variable, siendo desde de corta duración, hasta provocar el desmayo, convulsiones y daño neurológico.

Sólo mediante la corrección quirúrgica, el paciente puede presentar una vida prácticamente normal, prácticamente asintomáticos

2.3.6. Síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico

El ventrículo izquierdo es pequeño y no funcional, siendo el único responsable el ventrículo derecho. Existe un defecto en el tabique interauricular que permite el paso de la sangre; existe atresia del orificio aórtico o mitral e hipoplasia de la aorta ascendente. La mortalidad es alta a las pocas semanas.

La cianosis no se hace evidente en las primeras 48 horas de vida, progresando a una coloración grisácea-cianótica que denota hipoperfusión con hipoxemia. Cuando se cierra el conducto arterioso, datos de hipoperfusión y choque cardiogénico se presentan de manera súbita; los pulsos periféricos se hallan disminuidos.

Se encuentra en 5 – 15 % de los síndromes genéticos como Turner, trisomía 13, 18 o 21, síndrome de Jacobsen, Síndrome Holt-Oram, y síndrome Rubinstein-Taybi. El manejo de este síndrome es exclusivamente quirúrgico, más amerita una serie de cirugías complicadas y la sobrevida no es esperanzadora conforme más compleja es la cardiopatía.

2.3.7. Coartación de la aorta.

Afecta el 10% de los niños; se caracteriza por la constricción aórtica de diversa longitud, La mayoría son distales al origen de la arteria subclavia izquierda en la entrada del conducto arterioso, la clasificación es sencilla en pre o posductal; es dos veces más frecuente en el sexo masculino y se asocia a una válvula bicúspide en el 70% de los casos. Es completamente dependiente del conducto arterioso para sobrevivir y establecer un flujo sanguíneo adecuado.

Se manifiesta como la presencia de debilidad o dolor en los miembros pélvicos con la actividad física, hipertensión arterial y disparidad de los pulsos entre el brazo y los miembros pélvicos, disminución de los pulsos de las extremidades inferiores. Se puede usar el mango del esfigmomanómetro para obtener diferencia de presiones entre las superiores y las inferiores de más de 10 – 20 mmHg. Se puede auscultar un clic o thrill en la región supraesternal que se puede irradiar a cuello o infraescapular.

2.3.8. Conducto arterioso persistente

Es una anomalía frecuente, dos a tres veces más frecuente en el sexo femenino, se produce el cierre funcional poco después de nacer estando permeable, es un cortocircuito de sangre aórtica al tronco pulmonar. Se supone es un fracaso a la inducción por el TGF- β al nacer. Se asocia a rubeola congénita, prematuridad y los nacidos en altitudes altas, a consecuencia de la hipoxia y la inmadurez. Existe un fallo embriológico de involución del conducto arterioso y de formación del ligamento arterial al nacer, por lo que hay un fallo de la pared muscular.

Se manifiesta como un cuadro que va desde ser asintomático, hasta una falla cardiaca asociada a hipertensión pulmonar, todo dependiendo del tamaño del defecto; se presentan pulsos saltones asociados a la sobrecarga, y una presión de pulso muy amplia; cardiomegalia, y a la exploración, el sonido característico se define como un soplo pulmonar en chorro de vapor, que se irradia hacia esternón.

El cierre espontáneo después de la lactancia es extremadamente raro, siendo la mayor complicación en defectos grandes, la falla cardiaca fulminante a temprana edad.

2.3.9. Estenosis de la válvula pulmonar

Constituye el 7 – 10% de las cardiopatías congénitas, manifestándose como una deformación de las válvulas, con una apertura incompleta durante la sístole. Se divide en infundibular, subvalvular, supravalvular y estenosis de la rama de la arteria pulmonar. Se asocia frecuentemente a defectos del septum interventricular.

Como se observa en la embriología, ésta se forma del bulbo cordis, tras la división del tronco arterial, originando la aorta y el tronco pulmonar, que, al momento de rotar, la arteria pulmonar no alcanza a desembocar adecuadamente en el ventrículo derecho, produciendo una salida estrecha o inexistente.

Cuando el defecto es severo, produce datos de cardiopatía derecha, con visceromegalias, edema periféricos intolerancia al ejercicio o fatiga fácil, especialmente con la succión. A la exploración, se ausculta un desdoblamiento hasta un soplo en el foco pulmonar, en crecendo que se irradia a ambos campos pulmonares (9,10,11,12,13,14).

2.4. Protocolo de detección para cardiopatías congénitas y su diagnóstico

En Francia, gracias a la política activa de control prenatal, se encuentra como el primer lugar en detección teniendo un porcentaje de diagnóstico del 40%, pudiendo hacer eficiente el manejo de los neonatos en cuanto a recursos, tiempo de traslado, cirugía temprana, e incluso, cirugía de urgencia (4). En aquellos casos de cardiopatía irreparable, se realizaba la interrupción médica del embarazo, siendo un 15% de todos los casos detectados.

En la detección postnatal, la exploración física presenta una sensibilidad del 50%; la mayoría, se manifiesta como una falla hemodinámica en las primeras semanas de vida, con fallecimiento rápido, incluso antes del diagnóstico. Sólo existen tres signos para sospechar de una cardiopatía congénita en un paciente “aparentemente sano”: soplo, cianosis y/o una mala percepción de los pulsos. Argumentos considerados a favor para el diagnóstico de una cardiopatía cianógena son: hipoxemia, ausencia de insuficiencia respiratoria, presencia de soplo y la refractariedad al oxígeno de la cianosis. Se han tomado como factores predictivos los siguientes (14,15):

- Murmullo
- Cianosis central
- Sexo masculino
- Consanguinidad
- Historia de tabaquismo familiar
- Hipertensión materna
- Diabetes mellitus
- Fenilcetonuria
- Lupus eritematoso sistémico
- Síndrome de rubeola congénita
- Uso de drogas maternas (litio, etanol, Warfarina, talidomida, antimetabolitos, derivados de la vitamina A, anticomiciales).
- Prematurez
- Síndromes genéticos
- Familiares de primera orden

La importancia de la detección oportuna de las cardiopatías congénitas deriva de que la mayoría, al inicio, y mientras haya un método de compensación, como el cortocircuito por la permeabilidad persistente del conducto arterioso, provocando que sea cerca del 40% diagnosticadas posteriormente tras ser dados de alta y, hasta más del 50% de los casos, ingresados durante las primeras semanas de vida en estado de choque cardiogénico descompensado e irreversible, tras el cierre del conducto arterioso (16).

En 1995 se propuso la medición sistemática de la saturación por pulsioximetría en periodo neonatal como método de detección precoz de las cardiopatías congénitas (4). Presenta 80% de sensibilidad,

aunado a la exploración física y una especificidad del 88%. En 2011, la Secretaría de Salud de los Estados Unidos recomendó el tamizaje con oximetría de pulso antes del alta de los cuneros para la detección oportuna de cardiopatías congénitas críticas en todos los neonatos (17).

La oximetría de pulso mide el porcentaje de hemoglobina saturada de oxígeno, es un estudio transcutáneo, no invasivo, que estima la saturación arterial y muestra la pletismografía del latido cardiaco; esto usando luz infrarroja y la absorción del espectro de luz distinto entre cromóforos como son la oxihemoglobina y la deoxihemoglobina.

Se ha definido como cardiopatía congénita crítica a toda aquella que requiera intervención por cateterismo en los primeros 12 meses de vida; todas ellas representan el 25% de las cardiopatías congénitas, y se han normado tamizajes con el fin de identificar defectos estructurales cardiacos asociados a hipoxia y en que, el cierre del conducto arterioso represente aumento de la morbilidad y mortalidad en edad temprana (17).

El tamizaje se ha orientado para la detección de las siguientes cardiopatías:

1. Hipoplasia del ventrículo izquierdo
2. Atresia pulmonar
3. Tetralogía de Fallot
4. Retorno venoso pulmonar anormal total
5. Transposición de los grandes vasos
6. Atresia tricuspídea
7. Tronco arterioso
8. Anomalías del arco aórtico proximal
9. Coartación de aorta con conducto arterioso permeable
10. Anomalía de Ebstein
11. Doble salida del ventrículo derecho
12. Ventrículo único
13. Estenosis aórtica con ducto arterioso permeable
14. Estenosis pulmonar severo
15. Canal auriculo-ventricular

Este tamizaje ha sido integrado a las medidas preventivas a nivel global, en México no existe política ni centros dedicados al este procedimiento. La pulsioximetría permite monitorizar los niveles de hipoxemia que, de otra forma, sería indetectable en el examen físico (15). En un metaanálisis realizado en el 2012, se eligieron 13 estudios, con la información de 229, 421 recién nacidos, en el cual, la sensibilidad de la pulsioximetría para la detección de cardiopatías congénitas críticas fue de 76.5% (95% CI 67.7 – 83.5) y la especificidad fue del 99.9% (99.7 – 99.9), con un rango de falso positivo del 0.14% (0.06 – 0.33), especialmente fue menor en pacientes con más de 24 horas de vida que durante las primeras horas de vida (18). El valor predictivo del uso de la oximetría de pulso mostró ser 7 veces mayor que sólo la examinación física del neonato, esto valorado en un estudio multicentro en Suecia (19).

Los estudios realizados para el tamizaje toman en cuenta la mano derecha y cualquiera de los dos pies, considerando como anormal una diferencia mayor del 3% entre ambos. Muchas cardiopatías son conducto-dependientes, esto para asegurar un gasto hemodinámico adecuado entre la circulación pulmonar y sistémica, y el flujo a través de esta estructura provocará saturaciones distintas entre la preductal y la postductal, siendo no recomendado la mano izquierda por su proximidad con el ducto arterioso. El tiempo sugerido para el estudio es de 5 minutos de observación (15). Se recomienda en los últimos estudios realizarse el tamizaje entre la hora 24 y 36 de vida, considerando las siguientes características como normal, de acuerdo a la Academia Americana de Pediatría:

- Saturación de oxígeno >95% en la mano derecha y en el pie derecho o izquierdo, y,
- <3% de diferencia entre la mano derecha y cualquier pie.

Una prueba fallida se considera:

- Saturación de oxígeno <90% en cualquier extremidad requerirá evaluación para una cardiopatía congénita crítica.

Una prueba limítrofe es el resultado de la oximetría preductal y posductal de 90 – 94% o diferencia >3% entre ambas, siendo estos casos adecuados para la revaloración a la hora de realizado el estudio, siendo recomendado serie de tres eventos, como está ejemplificado en el siguiente algoritmo.

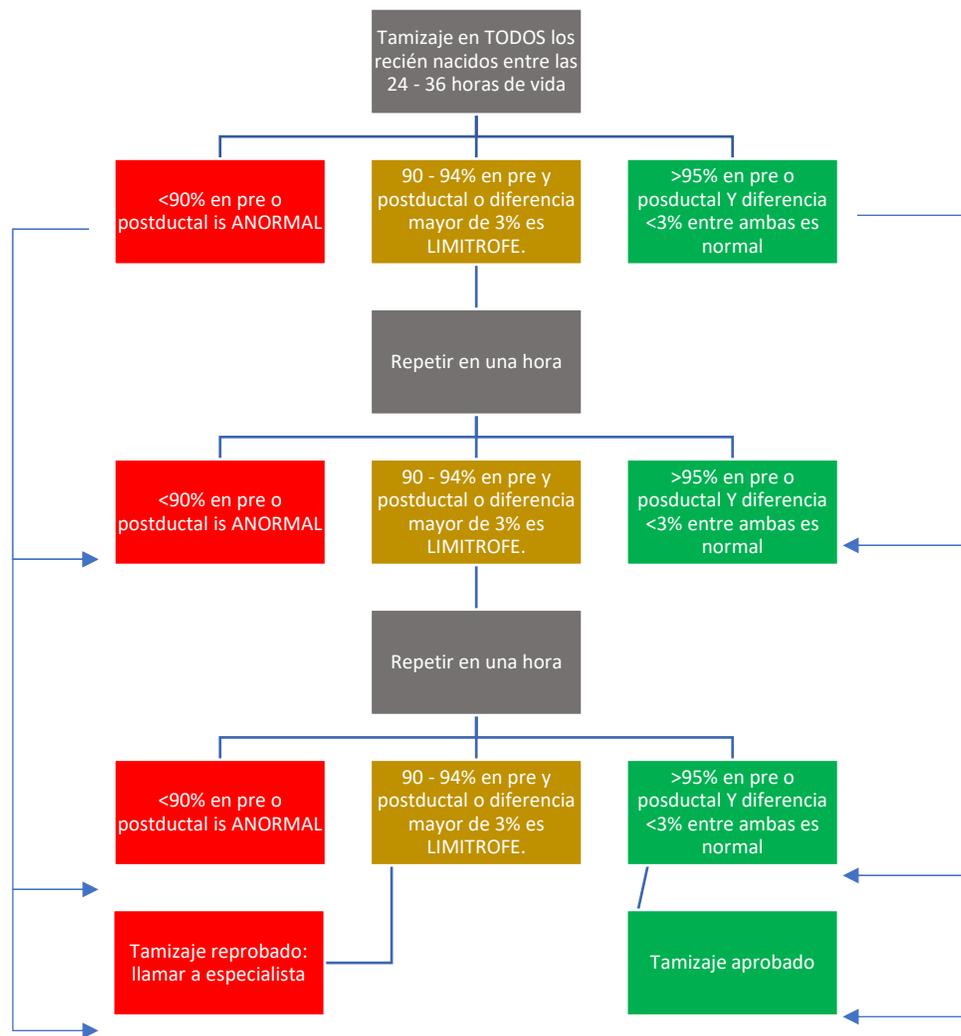


Figura 2. Algoritmo de toma de decisión en el tamiz cardiológico. Tomado de Kemper et al. Strategies for Implementing Screening for Critical Congenital Heart Disease, Pediatrics. 2011: Vol. 128; Número 5; pp e1259-67.

Se sugieren para reducir la variedad de equipos, que el usado en el tamizaje cuente con los siguientes criterios: tolerantes al movimiento (motion-tolerant), precisos, y que funcionen en condiciones de hipoperfusión (lower-perfusion) (15).

La ecocardiografía entra dentro del tamizaje neonatal, principalmente en aquellas pruebas que han salido positivas, ya que éste es el estándar de oro para el diagnóstico de cardiopatías congénitas, especialmente en aquellas consideradas críticas en pacientes clínicamente sintomáticos. Sin embargo, ésta tiene la desventaja de que no se encuentra en todos los centros de salud hospitalario de segundo nivel, se tiene que realizar en muchas ocasiones traslados a sitios remotos y las condiciones del neonato no son las óptimas, el costo es elevado para las instituciones de salud, que incluso programas

sociales no pueden financiar, y en muchas ocasiones, es operador-dependiente, requiriendo de especialistas específicos y durante estudios que consumen bastante mayor tiempo.

A pesar de observarse en diversos estudios que la sensibilidad varía, queda claro que, el uso rutinario de la oximetría de pulso en los recién nacidos antes del alta hospitalaria es un estudio eficaz, de bajo costo y confiable para un tamizaje (20). Sin embargo, como todo estudio, los diversos equipos tienen distinta calibración, y se ha demostrado que, debido a que los equipos por lo general, están calibrados en base a recolecciones de adultos, pueden sobreestimar la saturación de oxígeno, esto ha sido estimado con una sobrevaloración promedio de 5.4%, así como variabilidades desde 76 – 90%, lo que conlleva a una preocupación generalizada de falsos negativo, la pobre detección de cardiopatías y pacientes hipoxémicos sobreestimados (21,22).

Las consecuencias de una cardiopatía congénita no diagnosticada y descompensada son claras, llevando a los pacientes a hipoxemia severa, acidosis y choque, produciendo secuelas a nivel neurológico, renal y miocárdico, incluso conllevar a la defunción del recién nacido de manera súbita.

La dificultad para establecer este tamizaje en los centros hospitalarios, no sólo en México, sino en otros países, han sido el reemplazo de las partes dañadas de los equipos, problemas y discordancias administrativos, escepticismo de los médicos con años de experiencia, problemas económicos, falta de personal capacitado, entre otros, han sido barreras para crear una cultura de tamizaje (16). Un solo equipo de tamizaje puede llegar a costar más de cincuenta mil pesos mexicanos, y sus piezas a reemplazar, entre setecientos pesos cada una, dependiendo de ésta.

Otros métodos de detección oportuna de las cardiopatías congénitas, es el uso de ultrasonido de 4 cámaras prenatal durante las 18 a 20 semanas de gestación, sin embargo, existen varias limitantes a éste estudio, entre ellas, que aproximadamente el 11% de las mujeres embarazadas, no llevan seguimiento adecuado prenatal, seguido por la calidad de la imagen ultrasonográfica, que es operador dependiente, y la cantidad de imágenes cardiacas a valorar; esto provoca que el nivel de detección sea del 23% en centros comunitarios de segundo nivel, y 80% en el tercer nivel. Así mismo, el mismo estudio a cuatro cámaras prenatal, sólo permite el diagnóstico de específicas cardiopatías, como son: ventrículo izquierdo hipoplásico o defectos del canal auriculoventrículo (50 – 80% de los estudios); sin embargo, otras cardiopatías como la tetralogía de Fallot o la transposición de los grandes vasos, no son diagnosticadas tan fácilmente, teniendo una incidencia de hallazgo como mínimo del 13% (23).

Se han hecho estudios con el fin de identificar los factores de riesgo principales para cardiopatías congénitas. Existen estudios desde 1992, en Hungría, donde se realizó un estudio a 24732 neonatos, se detectó un odd ratio de 2 en mujeres embarazadas menores de 16 años y hasta de tres en mayores de 41 años; el tabaquismo materno de 11 a 20 cigarrillos diarios incrementó hasta 3 veces el riesgo de presentar una cardiopatía congénita, y pacientes con consumo regular de alcohol presentó un OR de 3.5 que aquellas que no presentan etilismo (24).

Un metaanálisis realizado en China publicado en 2017, reportan que la edad avanzada materna presenta un odd ratio (OR) de 2.649, medicación en edad gestacional temprana de 3.961, tabaquismo pasivo de 2.766, antecedentes de hijos malformados de 2.992, exposición a la radiación de 2.363, diabetes gestacional de 5.09 (25).

En otro estudio, mujeres embarazadas con exposición ocupacional presentan un OR de 4.1, con enfermedades crónicas un OR de 5.95, con antecedentes de hijos con malformaciones de 6.27, mientras que, la ingesta adecuada de proteínas, multivitamínicos y microelementos presentan factores protectores (OR= 0.18 – 0.35 respectivamente) (26).

El entendimiento de las cardiopatías congénitas, su patogénesis, sus factores de riesgo y las medidas para, no sólo detectarlas, sino prevenir sus consecuencias más graves, en un intento de permitir a los pacientes pediátricos un desarrollo digno, adecuado y lo más normal posible, ha evolucionado en estudios completos, alcanzando el día de hoy la tecnología necesaria, para iniciar tamizajes, costo-beneficio adecuado y con ser lo menos invasivo posible.

2.5. Pulsioximetría RADICAL – 7 de la marca MASIMO

El Radical – 7 es un monitor no invasivo que mide la saturación de oxígeno arterial (SpO₂), la frecuencia cardíaca (FC) y el índice de perfusión (PI), además de las mediciones opcionales de Hemoglobina (SpHb), carboxihemoglobina (SpCO), contenido de oxígeno total (SpOC), metahemoglobina (SpMet), índice de variabilidad pletismográfica (PVI), frecuencia respiratoria acústica (RRa) y frecuencia respiratoria pletismográfica (RRp). Se puede usar como un monitor portátil o autónomo, contando con una pantalla táctil de cristal líquido (LCD) que muestra continuamente valores numéricos para todos los parámetros, gráficos de ondas pletismográficas, ondas respiratorias, identificación de señal e indicador de señal (Signal IQ). Está demostrado que cumple con todos los

requisitos de sensibilidad y especificidad (motion-tolerant, lower-perfusion, accurate); utiliza más de 7 longitudes de onda de luz para medir de forma continua y no invasiva la SpCO, SpMet y SpHb. Cuenta con Signal IQ, con lo que identifica la señal e indica su calidad durante situaciones de movimiento excesivo y con baja relación señal – ruido (27).

Masimo Radical-7 y sus accesorios se han validado y están indicados para utilizarse en pacientes adultos, pediátricos y neonatales, tanto durante condiciones sin movimiento como durante condiciones de movimiento, así como en pacientes con buena perfusión o con perfusión deficiente en hospitales, en instalaciones de tipo hospitalario, en ambientes móviles o en el hogar.

Además, Masimo Radical-7 y sus accesorios están indicados para proporcionar los datos de monitorización continua y no invasiva obtenidos de Masimo Rainbow SET Radical 7 Pulse CO-Oximeter y sus accesorios, sobre la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial funcional (SpO₂) y sobre la frecuencia cardíaca (FC), a los dispositivos con parámetros múltiples para poder visualizarlos en esos dispositivos.

El Radical-7 no está diseñado para utilizarse como monitor de apnea.



Figura 3. Fotografía tomada del equipo Radical – 7.

Las lecturas imprecisas de SpO₂ pueden deberse a:

- Niveles elevados de COHb y MetHb
- Para una COHb elevada: los niveles de COHb sobre el nivel normal tienden a aumentar el nivel de SpO₂. El nivel de aumento equivale aproximadamente a la cantidad de COHb presente.
- Para una MetHb elevada: los niveles de MetHb pueden disminuir la SpO₂ aproximadamente hasta 10% a 15%. A niveles más altos de MetHb, la SpO₂ puede tender a mostrar una lectura de nivel de 80 baja a media.
- Tinturas intravasculares, tales como el verde de indocianina o el azul de metileno
- Colorantes y texturas de aplicación externa, como esmalte de uñas, uñas acrílicas, brillo, etc. •
- Niveles elevados de bilirrubina
- Anemia intensa
- Perfusión arterial baja
- Artefacto de movimiento

Las mediciones de frecuencia respiratoria imprecisas de SpO₂ son producto de:

- Perfusión arterial baja
- Artefacto de movimiento
- Saturación de oxígeno arterial baja
- Ruido ambiental excesivo
- Colocación incorrecta del sensor

El procesamiento de la señal de la Tecnología de extracción de señal (SET) de Masimo difiere de los pulsioxímetros convencionales. Los pulsioxímetros convencionales suponen que la sangre arterial es la única en movimiento (que pulsa) en el lugar donde se toma la medición. Sin embargo, mientras el paciente se mueve, la sangre venosa también se mueve, lo que da lugar a que los pulsioxímetros convencionales lean valores bajos, ya que no distinguen entre el movimiento de la sangre arterial y el de la sangre venosa (al que a veces se hace referencia como “ruido”).

La pulsioximetría de Masimo SET utiliza motores paralelos y filtros digitales adaptativos. Los filtros adaptativos son eficaces, ya que pueden adaptarse a señales fisiológicas cambiantes o al ruido y separarlos tomando en cuenta la señal completa y desglosándola en sus componentes fundamentales. El algoritmo de procesamiento de la señal de Masimo SET, llamado Discrete Saturation Transform®

(DST®), o Transformación discreta de saturación, junto con Fast Saturation Transform (FST®), o Transformación rápida de saturación, identifican el ruido de manera fiable, lo aíslan y, mediante los filtros adaptativos, lo cancelan. Luego indica la verdadera saturación de oxígeno arterial y la muestra en el monitor.

2.5.1. Descripción general de la saturación de oxígeno (SpO2)

La pulsioximetría se rige según los siguientes principios:

1. La oxihemoglobina (sangre oxigenada) y desoxihemoglobina (sangre no oxigenada) difieren en cuanto a su absorción de las luces roja e infrarroja (espectrofotometría).
2. La cantidad de sangre arterial en el tejido cambia con el pulso (fotopleletismografía). Por lo tanto, también cambia la cantidad de luz absorbida por las diferentes cantidades de sangre arterial.

2.5.2. Monitorización exitosa de SpO2, PR y PI

La estabilidad de las lecturas de SpO2 puede ser un indicio positivo de la validez de la señal. Aunque “estabilidad” es un término relativo, la experiencia le ayudará a saber cuándo los cambios son fisiológicos o por artefactos y cuál es su velocidad, duración y comportamiento. La estabilidad de las lecturas a lo largo del tiempo es afectada por el modo de promediación que se utilice. Mientras más dure el tiempo de promediación, más estables se vuelven las lecturas. Esto ocurre a causa de una respuesta debilitada, ya que la señal se promedia durante más tiempo que cuando la promediación es breve. Sin embargo, cuando los tiempos de promediación son más prolongados, se retrasa la respuesta del oxímetro y se reducen las variaciones que se miden de la SpO2 y la frecuencia cardíaca.

2.5.3. Saturación de oxígeno funcional (SpO2)

El Radical-7 está calibrado para medir y mostrar la saturación de oxígeno funcional (SpO2): cantidad de oxihemoglobina expresada como el porcentaje de hemoglobina que puede transportar oxígeno. Tome en cuenta que la carboxihemoglobina no puede transportar oxígeno, pero la pulsioximetría convencional la reconoce como hemoglobina oxigenada.

2.5.4. Descripción general de frecuencia cardíaca (FC)

La frecuencia cardíaca (FC), medida en latidos por minuto (lpm), se basa en la detección óptica del pulso de flujo periférico.

2.5.5. Descripción general del índice de perfusión (PI)

El índice de perfusión (PI) es la proporción entre el flujo de sangre pulsátil y la sangre no pulsátil o estática en los tejidos periféricos. Por ende, el PI representa una medición no invasiva de perfusión periférica que se puede obtener de forma continua y no invasiva a partir de un pulsioxímetro.

2.5.6. Descripción general del índice de variabilidad pletismográfica (PVI)

El índice de variabilidad pletismográfica (PVI) es una medición de los cambios dinámicos en el índice de perfusión (PI) que se producen durante el ciclo respiratorio. El cálculo se logra midiendo los cambios en el PI durante un intervalo de tiempo donde se han presentado uno o más ciclos respiratorios completos.

El PVI aparece como porcentaje (de 0 a 100 %). En este momento se desconoce la utilidad de PVI, para lo que se requiere la realización de estudios clínicos adicionales. Los factores técnicos que pueden afectar el PVI incluyen una posición incorrecta del sensor y movimiento del paciente.

2.5.7. Tecnología de cooximetría de pulso rainbow

La tecnología de cooximetría de pulso rainbow se rige según los siguientes principios:

1. La oxihemoglobina (sangre oxigenada), desoxihemoglobina (sangre no oxigenada), carboxihemoglobina (sangre que contiene monóxido de carbono), metahemoglobina (sangre que contiene hemoglobina oxidada) y los componentes del plasma sanguíneo difieren en cuanto a su absorción de las luces visibles e infrarrojas (por medio de la espectrofotometría).
2. La cantidad de sangre arterial en el tejido cambia con el pulso (fotopletismografía). Por lo tanto, también cambia la cantidad de luz absorbida por las diferentes cantidades de sangre arterial.

El Radical-7 utiliza un sensor de longitud de onda múltiple para distinguir entre sangre oxigenada, sangre desoxigenada, sangre que contiene monóxido de carbono, sangre oxidada y plasma sanguíneo. El Radical-7 utiliza un sensor con distintos diodos emisores de luz (LED) que transfieren luz a un diodo (detector) a través del lugar. Los datos de la señal se obtienen haciendo pasar distintas luces visibles e infrarrojas (LED de 500 a 1400 nm) a través de un lecho capilar (por ejemplo, la punta de un dedo, una mano o un pie) y midiendo los cambios en la absorción de la luz durante el ciclo de pulsaciones de la sangre. Esta información puede ser de utilidad para la comunidad clínica. La potencia

radiante máxima de la luz más potente se calcula en ≤ 25 mW. El detector recibe la luz, la convierte en una señal electrónica y la envía al Radical-7 para ser calculada.

2.5.8. Mediciones de cooximetría de pulso comparadas con mediciones de una muestra de sangre total

Al comparar mediciones de SpO₂, SpCO*, SpMet* y SpHb* obtenidas del Radical-7 (no invasivas) con las mediciones de una muestra de sangre total (invasivas) mediante gas sanguíneo y/o métodos de cooximetría de laboratorio, se debe tener precaución al evaluar e interpretar los resultados. Las mediciones de gas sanguíneo y/o cooximetría de laboratorio pueden ser diferentes a las mediciones de SpO₂, SpCO*, SpMet*, SpHb* y SpOC* del Radical-7.

Las comparaciones deben hacerse en simultáneo, es decir que la medición del dispositivo se debe observar en el momento exacto en que se extrae la sangre.

En el caso de la SpO₂, generalmente se obtienen resultados diferentes de la muestra de gas sanguíneo arterial si la medición calculada no está corregida en forma adecuada para evitar los efectos de las variables que cambian la relación entre la presión parcial del oxígeno (PO₂) y la saturación, tales como: el pH, la temperatura, la presión parcial del dióxido de carbono (PCO₂), el 2,3-difosfoglicerato y la hemoglobina fetal. En el caso de la SpCO, también se pueden esperar resultados diferentes si la concentración de metahemoglobina en la muestra de gas sanguíneo es anormal (mayor del 2% para la concentración de metahemoglobina).

Los niveles altos de bilirrubina pueden provocar lecturas erróneas de SpO₂, SpMet, SpCO y SpHb. Debido a que las muestras de sangre se toman generalmente en un período de 20 segundos (el tiempo que lleva extraer la sangre), solo se puede lograr una comparación significativa si la saturación de oxígeno, la concentración de carboxihemoglobina y de metahemoglobina del paciente son estables y no cambian durante el período en que se toma la muestra de gas sanguíneo. En consecuencia, las mediciones de gas sanguíneo y/o cooximetría de laboratorio de SpO₂, SpCO, SpMet, SpHb y SpOC pueden variar debido a la rápida administración de líquidos y en procedimientos, tales como diálisis.

3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

¿Se puede determinar el valor predictivo de los factores de riesgo pre y perinatales de un recién nacido, con el fin de identificar a los neonatos que habrá que darle prioridad para la realización del tamiz neonatal cardiaco por pulsioximetría y en consecuencia, la identificación oportuna de pacientes que requieran valoración y manejo por tercer nivel de atención?

4. HIPÓTESIS:

4.1. HIPOTESIS:

Es posible determinar el valor predictivo de los factores de riesgo en el paciente neonato para presentar una cardiopatía congénita, en conjunto con el tamiz neonatal cardiaco de pulso y la ecocardiografía.

4.2. HIPOTESIS NULA:

No es posible determinar el valor predictivo de los factores de riesgo en el paciente neonato para presentar una cardiopatía congénita, en conjunto con el tamiz neonatal cardiaco y la ecocardiografía.

5. JUSTIFICACIÓN

En México no se cuentan con cifras oficiales; se calcula que existen entre 300 mil adolescentes y adultos con cardiopatía congénita a los que se agregan 15 mil pacientes cada año, esto de acuerdo con los estudios reportados en la Guía de Práctica Clínica. (1). Se han creado guías y manuales para la detección oportuna en mayores de cinco años de edad, sin embargo, por lo menos en México, no existen guías para su detección y tamizaje oportuno en el recién nacido y la etapa de lactantes, buscando de manera intencionada en la base de datos de la Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), usando las palabras claves: “Cardiopatía”, “tamiz”, “corazón”, “malformación”, “detección” y “vasos”, solo hallando algo muy cercano la guía para el diagnóstico y tratamiento de defectos de los tabiques intracardiacos.

No existe en México una cultura de la prevención, ni tampoco se cuenta con un protocolo ni programa en materia de salud para la prevención y diagnóstico oportuno de las cardiopatías congénitas. En un artículo publicado en el 2016, se estima que la mortalidad infantil incrementó 24.8% desde 1998 a 2013 (114.4 a 146.4 por cada 100mil recién nacidos vivos). 3593 muertes fueron asociadas a una cardiopatía congénita con cortocircuito de izquierda a derecha en el año 2013 y de una cardiopatía congénita cianógena se calcula hubo una mortalidad de 16.7 por cada 100 mil recién nacidos, siendo el 29.2% durante la primera semana de vida. Entre los principales factores de riesgo para la mortalidad se encontraron los recién nacidos vivos en áreas no institucionales, nacimientos en áreas rurales, nacimiento en un hospital público y el sexo masculino (29).

Esto sólo incrementa la importancia de la detección oportuna para su manejo adecuado.

La razón de usar el equipo RADICAL – 7 son por las siguientes ventajas:

1. Diseñado particularmente para poder realizar lecturas confiables de oximetría, aún en movimiento del paciente, especialmente en neonatos.
2. Capacidad de diferenciar los tipos de señal de hemoglobina, haciéndolo un instrumento sensible y a la vez, preciso.
3. Es portátil y de fácil uso para el operador a realizar los tamices.
4. Hay estudios que fundamentan su uso para el tamiz neonatal cardiaco.
5. Ha sido diseñado precisamente para este estudio en particular.

6. Alta sensibilidad.
7. Es no invasivo

Sus desventajas son:

1. Muy costoso a corto plazo
2. Difícil obtención.
3. Puede sobreestimar la oximetría de pulso y, si no está capacitado el personal, cometer errores que podrían sesgar el estudio

Haciendo una comparación con la oximetría de pulso convencional, desde el marco teórico se fundamenta el uso de éste equipo por cumplir con las características que a nivel internacional se sugieren para un correcto tamizaje con pulsooximetría de pulso.

El uso del ecocardiograma está fundamentado en la corroboración, principalmente en aquellos pacientes que tengan dos o más factores de riesgo para una malformación cardíaca crítica, como en aquellos pacientes con prueba positiva para probable cardiopatía congénita.

Sus ventajas son:

1. Es considerado el estándar de oro para el **DIAGNÓSTICO** cardiopatías congénitas, tanto acianógenas como cianógenas.
2. Especificidad alta para el **DIAGNÓSTICO**.
3. Capacidad de estimar la hemodinamia y el manejo adecuado del paciente cardiópata.
4. Visualización en tiempo real de los defectos cardiacos.
5. No invasivo

Sus desventajas:

1. Es operador – dependiente.
2. Requiere de capacitación especializada para realizar el diagnóstico certero y nivel de afección.
3. Costoso y poco accesible

En el Hospital General de Cuautitlán se cuenta con el equipo y personal, el cual se integra de manera reciente, capacitado para la realización de ecocardiogramas, por lo que supone un

beneficio para éste estudio, y poder dar un adecuado seguimiento a los pacientes identificados con cardiopatías congénitas.

El equipo RADICAL – 7 será obtenido de manera directa por el tesista, siendo el único que se utilizará durante el estudio, disminuyendo el sesgo que el uso de diferentes equipos, a pesar de ser de la misma marca o modelo, pudieran ocasionar. El tesista está capacitado para el uso del equipo de pulsioximetría, reduciendo el sesgo de error por mal uso del equipo.

6. OBJETIVOS:

6.1. GENERAL:

- Determinar el valor predictivo de los factores de riesgo en el paciente neonato para presentar una cardiopatía congénita, en conjunto con el tamizaje neonatal cardiaco de pulso y la ecocardiografía.

6.2. ESPECIFICOS:

- Sustentar la utilidad de la pulsioximetría como tamizaje neonatal en el Hospital Vicente Villada para la detección oportuna de cardiopatías congénitas.
- Identificación de pacientes con riesgo para el desarrollo de cardiopatías congénitas, mediante la exploración física y el interrogatorio, así como estudios complementarios como la pulsioximetría y el ecocardiograma.

7. METODO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, transversal, con casos por oportunidad y conveniencia, incluyendo a todos los recién nacidos vivos en el Hospital General de Cuautitlán en un periodo de investigación en mayo – agosto de 2019 y que presenten factores de riesgo para cardiopatía congénita (síndromes dismórficos, antecedentes maternos), excluyendo a recién nacidos recibidos de otra unidad médica y pacientes diagnosticados previamente con cardiopatía congénita prenatal y eliminando a pacientes que presenten dificultad respiratoria, hayan presentado asfixia perinatal o infección o sepsis temprana o que no continuaron con el primer seguimiento o realización de ecocardiograma. Se clasificaron a los recién nacidos de acuerdo a edad gestacional, peso al nacer y para la edad gestacional así como la cantidad de factores de riesgo presentados durante el embarazo y al nacimiento. Se realizó una base de datos mediante el programa IBM SPSS Statistics y se realizaron diferentes pruebas estadísticas para obtener la correlación, riesgo relativo, valor predictivo de cada factor de riesgo de manera individual y en conjunto y el resultado del tamiz cardiológico mediante el dispositivo RADICAL – 7 con el software EVE y los criterios de la Academia Americana de Pediatría para sospecha de cardiopatía congénita crítica.

8. IMPLICACIONES ÉTICAS

El estudio no implica daño al ser un método no invasivo, rápido y libre de radiación. Se realizará un consentimiento informado a los padres de los neonatos integrados al estudio, con el compromiso de notificar de manera oportuna los resultados y, en caso necesario, su referencia a tercer nivel de atención, esto con base a la NOM-012-SSA3-2014.

Se dio a los padres copia de la carta de consentimiento informado, así como una copia del resultado del tamiz cardiológico, una vez terminado el estudio (Anexo 2).

No hubo gasto de bolsillo por parte de la institución ni los familiares de los neonatos en estudio, el dinero se obtuvo de manera personal.

9. RESULTADOS

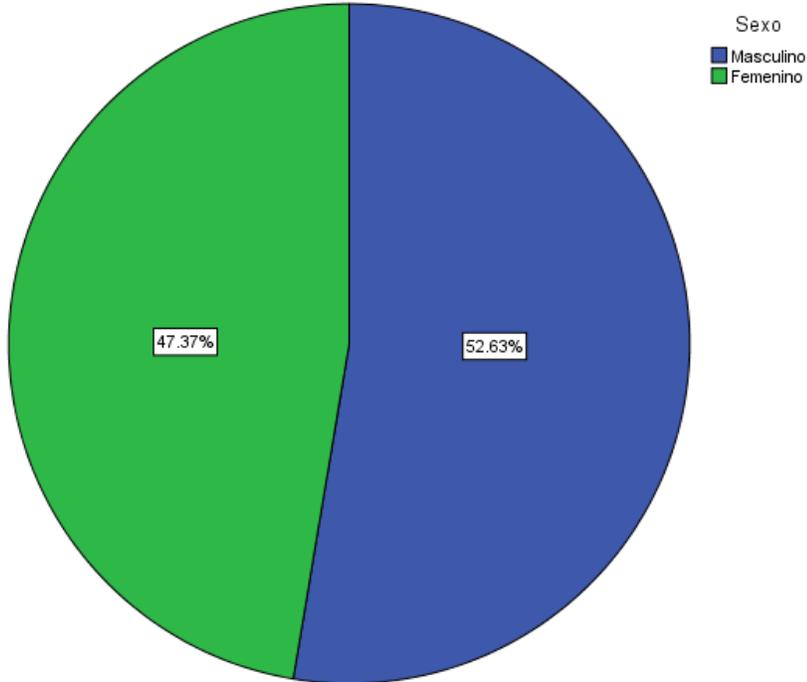
Durante el tiempo de estudio, se realizaron un total de 76 valoraciones de recién nacidos en el periodo especificado en el Hospital General de Cuautitlán, de los cuales 40 fueron hombres (52.6%) y 36 fueron mujeres (47.4%) (Cuadro 1, Gráfica 1):

Tabla 1. Distribución de casos por peso la nacer y edad gestacional

Sexo	Gpo Peso	Gpo EG	% del total de N	N
Masculino	PBEG	Termino	26.3%	20
			26.3%	20
	PAEG	Termino	21.1%	16
			21.1%	16
	PEEG	Termino	5.3%	4
			5.3%	4
Femenino		Termino	52.6%	40
			52.6%	40
	PBEG	Termino	11.8%	9
			11.8%	9
	PAEG	Pretermino	3.9%	3
		Termino	26.3%	20
		Posttermino	5.3%	4
			35.5%	27
		Pretermino	3.9%	3
		Termino	38.2%	29
		Posttermino	5.3%	4
			47.4%	36
PBEG	Termino	38.2%	29	
		38.2%	29	
PAEG	Pretermino	3.9%	3	
	Termino	47.4%	36	
	Posttermino	5.3%	4	
PEEG		56.6%	43	
	Termino	5.3%	4	
		5.3%	4	
	Pretermino	3.9%	3	
	Termino	90.8%	69	
	Posttermino	5.3%	4	
		100.0%	76	

FUENTE: Hojas de recolección de datos

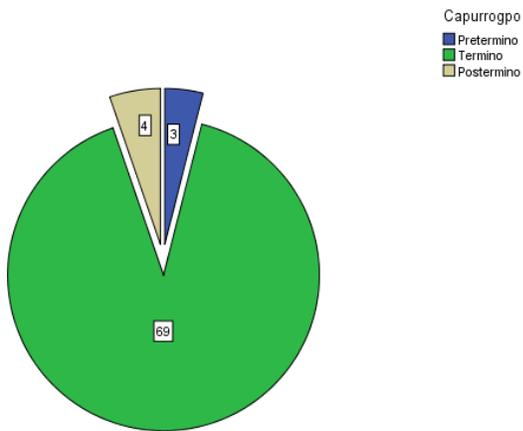
Gráfico 1. Distribución de los pacientes por sexo



Fuente: Hoja de recolección de resultados

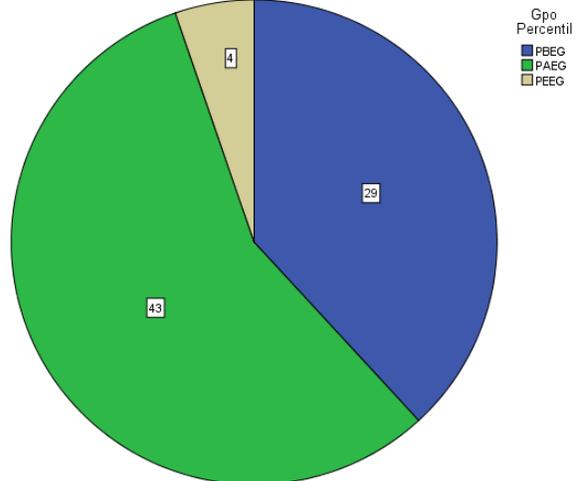
En relación a la edad gestacional, encontramos de los 76 pacientes estudiados, 69 fueron recién nacidos de término (90.7%), 4 posttermino (5.2%), y 3 pretermino (ermino (5.2%), y 3 pretermino (3.9%) (Gráfico 2). Así mismo, en relación al peso para la edad gestacional, se identificaron 43 recién nacidos con peso adecuado (56.5%), 29 con peso bajo para la edad gestacional (38.15%) y 4 con peso elevado para la edad gestacional (5.2%) (Gráfico 3)

Gráfico 2. Distribución por edad gestacional



Fuente: Hoja de recolección de datos

Gráfico 3. Distribución por peso para la edad gestacional



Fuente: Hoja de recolección de datos

De los registros de los pacientes se obtuvieron los siguientes datos descriptivos de la población estudiada (Tabla 2):

Con respecto a los 76 recién nacidos estudiados, la media de peso fue de 3050 gramos, con peso mínimo detectado de 2300g. y máximo de 4200g. y de edad gestacional de una media 39 semanas, con máximo de 42 semanas, y mínimo de 36 semanas.

Tabla 2. Descripción de peso, percentil para la edad y edad gestacional

	Peso (gramos)	Capurro
Media	3050.00	39.58
Mínimo	2300	36
Máximo	4200	42

Fuente: Hoja de recolección de datos

De los 76 casos estudiados, 56 salieron con tamiz neonatal cardíaco negativo (73.6%), los cuales se consideraron sanos desde el inicio; 8 casos resultaron dudosos por criterios de la Academia Americana de Pediatría para cardiopatía congénita (10.5%) y 12 se consideraron positivos (15.7%), los cuales, se procedieron a realizar ecocardiograma (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del tamiz neonatal cardíaco

Resultado tamiz neonatal cardíaco	Paciente
Neg	56
Dud + Pos	20
Total	76

Fuente: Hoja de recolección de datos

Se realizaron a éstos pacientes estudiados un ecocardiograma de control, en los cuales se obtuvieron 64 casos negativos a cardiopatía congénita (84.2%) y 12 positivos (15.8%) (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de ecocardiograma Paciente

Resultado ECO	N	% del total de N
Negativo	64	84.2%
Positivo	12	15.8%
Total	76	100.0%

Fuente: Hoja de recolección de datos

De los recién nacidos considerados como positivos, entre los hallazgos fueron 4 casos con comunicación interauricular tipo foramen oval, y 8 casos con estenosis de la arteria pulmonar, considerada como fisiológica.

Con respecto a lo anterior dicho, se identificaron las siguientes correlaciones (Tabla 5,6,7): De los 76 pacientes estudiados, a los cuales se les pudo realizar el estudio tanto de tamiz neonatal cardiaco de pulso como ecocardiograma, se establece una correlación mínima unilateral con $p = 0.018$, esto asociado a la presencia de 1 o más factores de riesgo durante la gestación o al momento del nacimiento, obteniendo un valor predictivo positivo ante la presencia de factores de riesgo del 9.54% de que el resultado tamiz neonatal cardiaco salga positivo.

Tabla 5. Contingencia Prediccion esperada * Resultado tamiz neonatal cardiaco^a

		Resultado tamiz neonatal cardiaco		Total	
		Neg	Dud + Pos		
Prediccion esperada	Neg	Recuento	16	0	16
		Frecuencia esperada	11.8	4.2	16.0
		% dentro de Prediccion esperada	100.0%	0.0%	100.0%
	Pos	Recuento	40	20	60
		Frecuencia esperada	44.2	15.8	60.0
		% dentro de Prediccion esperada	66.7%	33.3%	100.0%
Total	Recuento	56	20	76	
	Frecuencia esperada	56.0	20.0	76.0	

% dentro de Predicción esperada	73.7%	26.3%	100.0%
------------------------------------	-------	-------	--------

a. Fuente: Hoja de recolección de datos

Tabla 6. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	5.621	1	.018		
N de casos válidos	76				

Tabla 7. Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.309	.049	2.791	.007 ^c
N de casos válidos		76			

Por consiguiente, nos enfocamos en la sumatoria de factores de riesgo en general para encontrar la correlación, con los siguientes resultados (Tabla 8,9,10): Se encuentra correlación estadísticamente significativa ($p = 0.003$) ante la sumatoria de los factores de riesgo.

Tabla 8. Contingencia Factores de riesgo * Resultado

		Resultado tamiz neonatal cardiaco			Total
		Neg	Dudoso	Pos	
Factores de riesgo	0	16	0	0	16
	1	20	4	4	28
	2	16	4	4	24
	3	4	0	4	8
Total		56	8	12	76

Tabla 9. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Asociación lineal por lineal	8.767	1	.003
N de casos válidos	76		

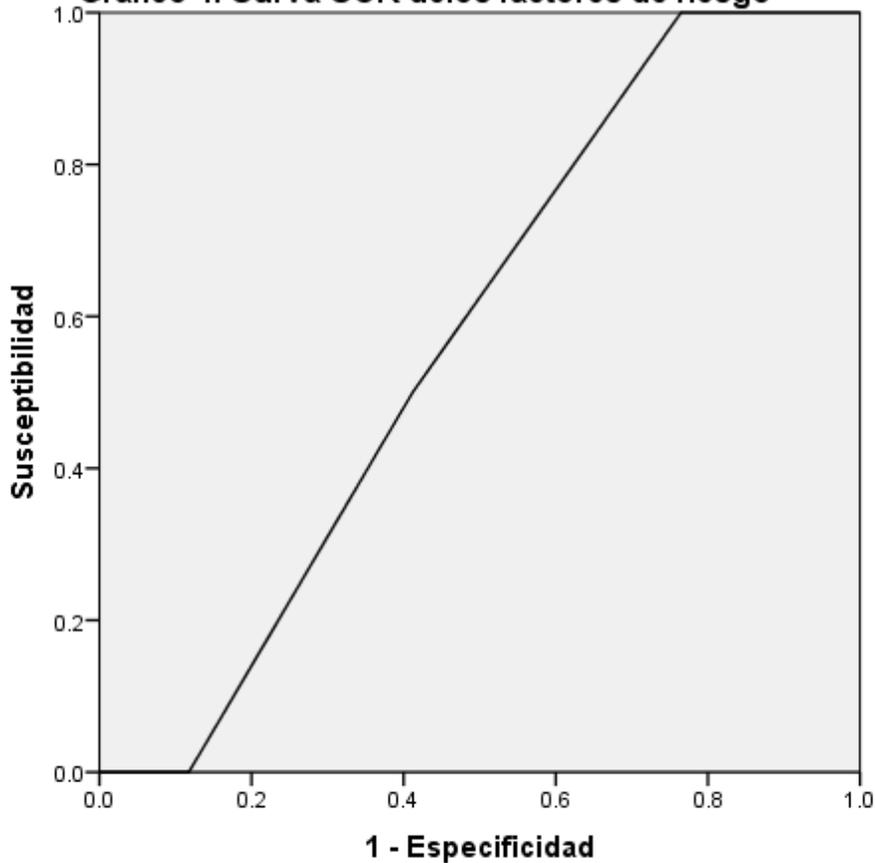
Tabla 10. Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.323	.096	2.931	.004 ^c
N de casos válidos		76			

Fuente: Hoja de recolección de datos

Se observa que conforme mayor cantidad de factores de riesgo existen, disminuye significativamente la sensibilidad y especificidad de la misma para un tamiz neonatal cardiaco positivo a una cardiopatía congénita (Grafico 4, Tabla 11, 12).

Gráfico 4. Curva COR de los factores de riesgo



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Tabla 11. Área bajo la curva

Variables resultado de contraste: Factores de riesgo

Área	Error típ. ^a	Sig. asintótica ^b	Intervalo de confianza asintótico al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
.574	.081	.498	.415	.732

Tabla 12. Coordenadas de la curva

Variables resultado de contraste:

Factores de riesgo

Positivo si es mayor o igual que ^a	Sensibilida d	1 - Especificida d
-1.00	1.000	1.000
.50	1.000	.765
1.50	.500	.412
2.50	.000	.118
4.00	.000	.000

Fuente: Hoja de recolección de datos

Considerando como un solo grupo los tamizes dudosos y positivos, y la misma presencia o ausencia de factores de riesgo, se observa lo siguiente (Tabla 13,14,15): Se observa una correlación significativa ($p = 0.018$) entre la ausencia de factores de riesgo y un resultado negativo para el tamiz cardiológico, sin embargo, como se analizó previamente, la presencia de factores de riesgo no se correlacionan con resultados de tamiz neonatal cardiaco dudosos o positivos.

Se aplica el teorema de Bayes, obteniendo un valor predictivo positivo de 0.36% un valor predictivo negativo contra un valor predictivo negativo de 100%.

Tabla 13. Contingencia Grupos FR2 * Resultado tamiz neonatal cardiaco

		Resultado tamiz neonatal cardiaco		Total	
		Neg	Dud + Pos		
Grupos FR2	FR -	Recuento	16	0	16
		Frecuencia esperada	11.8	4.2	16.0
		% dentro de Grupos FR2	100.0%	0.0%	100.0%
	FR +	Recuento	40	20	60
		Frecuencia esperada	44.2	15.8	60.0
		% dentro de Grupos FR2	66.7%	33.3%	100.0%
Total	Recuento	56	20	76	
	Frecuencia esperada	56.0	20.0	76.0	
	% dentro de Grupos FR2	73.7%	26.3%	100.0%	

Tabla 14. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	5.621	1	.018		
N de casos válidos	76				

Tabla 15. Medidas simétricas

	Valor	Error tí. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo R de Pearson	.309	.049	2.791	.007 ^c
N de casos válidos	76			

Fuente: Hoja de recolección de datos

Se analiza de manera individual cada factor de riesgo en busca de correlaciones (Tabla 16,17,18): De las madres de los 76 neonatos estudiados, 16 se catalogan como menores de 18 años y 60 con una edad entre 18 y 40 años de edad. De las madres menores de edad, 8 tuvieron hijos con un tamiz neonatal cardiaco positivo y 8 tuvieron un tamiz negativo; mientras que en el otro grupo, 48 tuvieron un neonato con un tamiz negativo y 12 con un tamiz positivo. Se encuentra que se correlacionan de manera estadísticamente significativa ($p = 0.36$), e incluso obteniendo un OR de 4 (CI 95% 1.246 – 12.842), y un RR de madres entre 18 y 40 años de 0.35 (CI95% = 0.155 – 0.824). Con éstos resultados, obtenemos un valor predictivo positivo de 0.91% y un valor predictivo negativo de 99.77%.

Tabla 16. Contingencia de Hijos de madres menores de 18 años (tamiz)

			Menores de 18		Total
			No	Si	
Resultado tamiz neonatal cardiaco	Neg	Recuento	48	8	56
		Frecuencia esperada	44.2	11.8	56.0
		% dentro de Menores de 18	80.0%	50.0%	73.7%
	Dud + Pos	Recuento	12	8	20
		Frecuencia esperada	15.8	4.2	20.0
		% dentro de Menores de 18	20.0%	50.0%	26.3%
Total	Recuento	60	16	76	
	Frecuencia esperada	60.0	16.0	76.0	
	% dentro de Menores de 18	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 17. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	4.418	1	.036		
N de casos válidos	76				

Tabla 18. Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo R de Pearson	.278	.125	2.487	.015 ^c
N de casos válidos	76			

Tabla 19. Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para Resultado tamiz neonatal cardiaco (Neg / Dud + Pos)	4.000	1.246	12.842
Para la cohorte Menores de 18 = No	1.429	.983	2.075
Para la cohorte Menores de 18 = Si	.357	.155	.824
N de casos válidos	76		

Fuente: Hoja de recolección de datos

Mediante ecografía se obtienen los siguientes resultados (Tabla 20, 21, 22): Al contrario en el estudio de tamiz neonatal cardiaco cardiaco, no se encuentra una correlación significativa entre la edad materna y los pacientes que se detectó alguna alteración cardiaca ($p= 0.452$; IC95: .218 - 1.453).

Tabla 20. Contingencia de hijos de madre menores de 18 años (ECO)

			Menores de 18		Total
			No	Si	
Resultado ECO	Negativo	Recuento	52	12	64
		Frecuencia esperada	50.5	13.5	64.0
		% dentro de Menores de 18	86.7%	75.0%	84.2%
	Positivo	Recuento	8	4	12
		Frecuencia esperada	9.5	2.5	12.0
		% dentro de Menores de 18	13.3%	25.0%	15.8%
Total	Recuento	60	16	76	
	Frecuencia esperada	60.0	16.0	76.0	
	% dentro de Menores de 18	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 21. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	.564	1	.452		
N de casos válidos	76				

Tabla 22. Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para Resultado ECO (Negativo / Positivo)	2.167	.559	8.395
Para la cohorte Menores de 18 = No	1.219	.803	1.849
Para la cohorte Menores de 18 = Si	.563	.218	1.453
N de casos válidos	76		

Fuente: Hoja de recolección de datos

Tomando en cuenta el factor de riesgo de ser hijo de madre diabética (Tablas 23,24,25,26,27,28), se encuentra una correlación significativa tanto para tamiz neonatal cardiaco como por ecocardiografía ($p < 0.05$), identificando un OR de 8 y 30 respectivamente, ambos con un adecuado índice de confiabilidad (CI 95% 2.237 - 33.580 para tamiz neonatal cardiaco y 6.241 - 144.201 para el ecocardiograma; sin embargo, el valor predictivo positivo para el tamiz neonatal cardiaco se obtiene de 1.8% y negativo de 99.78%; y para el ecocardiograma un VPP de 1.8% y VPN de 99.93%

Tabla 23. Contingencia de hijos de madres con diabetes gestacional (Tamiz)

			Diabetes Gestacional		Total
			No	Sí	
Resultado tamiz neonatal cardiaco	Neg	Recuento	52	4	56
		Frecuencia esperada	47.2	8.8	56.0
		% dentro de Diabetes Gestacional	81.2%	33.3%	73.7%
	Dud + Pos	Recuento	12	8	20
		Frecuencia esperada	16.8	3.2	20.0
		% dentro de Diabetes Gestacional	18.8%	66.7%	26.3%
Total	Recuento	64	12	76	
	Frecuencia esperada	64.0	12.0	76.0	
	% dentro de Diabetes Gestacional	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 24. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	9.622	1	.002		
N de casos válidos	76				

Tabla 25. Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para Resultado tamiz neonatal cardiaco (Neg / Dud + Pos)	8.667	2.237	33.580
Para la cohorte Diabetes Gestacional = No	1.548	1.074	2.230
Para la cohorte Diabetes Gestacional = Sí	.179	.060	.529
N de casos válidos	76		

Fuente: Hoja de recolección de datos

Tabla 26. Contingencia de hijos de madre con diabetes gestacional (ECO)

			Diabetes Gestacional		Total
			No	Sí	
Resultado ECO	Negativo	Recuento	60	4	64
		Frecuencia esperada	53.9	10.1	64.0
		% dentro de Diabetes Gestacional	93.8%	33.3%	84.2%
	Positivo	Recuento	4	8	12
		Frecuencia esperada	10.1	1.9	12.0
		% dentro de Diabetes Gestacional	6.2%	66.7%	15.8%
Total	Recuento	64	12	76	
	Frecuencia esperada	64.0	12.0	76.0	
	% dentro de Diabetes Gestacional	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 27. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	23.384	1	.000		
N de casos válidos	76				

Con relación a los hijos de madre con hipertensión gestacional (Tabla 28,29,30,31,32), tanto para el tamiz y el ecocardiograma, se obtienen correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$) con VPP del 100% en ambos casos y VPN de 99,73% en el tamiz neonatal cardíaco y 99.83% en el ecocardiograma. Por cuestión de ser muy pocos los casos, no es posible estadificar el riesgo por riesgo a sesgo.

Tabla 28. Estimación de riesgo

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para Resultado ECO (Negativo / Positivo)	30.000	6.241	144.201
Para la cohorte Diabetes Gestacional = No	2.813	1.260	6.276
Para la cohorte Diabetes Gestacional = Sí	.094	.033	.263
N de casos válidos	76		

Fuente: Hoja de recolección de datos

Tabla 29. Contingencia de hijos de madre con hipertensión gestacional (tamiz)

			Madre HTA		Total
			No	Sí	
Resultado tamiz neonatal cardiaco	Neg	Recuento	56	0	56
		Frecuencia esperada	53.1	2.9	56.0
		% dentro de Madre HTA	77.8%	0.0%	73.7%
	Dud + Pos	Recuento	16	4	20
		Frecuencia esperada	18.9	1.1	20.0
		% dentro de Madre HTA	22.2%	100.0%	26.3%
Total	Recuento	72	4	76	
	Frecuencia esperada	72.0	4.0	76.0	
	% dentro de Madre HTA	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 30. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	8.151	1	.004		
N de casos válidos	76				

Fuente: Hoja de recolección de datos

Tabla 31. Contingencia de hijos de madre con hipertensión gestacional (ECO)

			Madre HTA		Total
			No	Sí	
Resultado ECO	Negativo	Recuento	64	0	64
		Frecuencia esperada	60.6	3.4	64.0
		% dentro de Madre HTA	88.9%	0.0%	84.2%
	Positivo	Recuento	8	4	12
		Frecuencia esperada	11.4	.6	12.0
		% dentro de Madre HTA	11.1%	100.0%	15.8%
Total	Recuento	72	4	76	
	Frecuencia esperada	72.0	4.0	76.0	
	% dentro de Madre HTA	100.0%	100.0%	100.0%	

Tabla 32. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	16.329	1	.000		
N de casos válidos	76				

Fuente: Hoja de recolección de datos

Se realiza correlación de los resultados de ecocardiograma con la correlación de hijos de madre menor de 18 años y diabetes gestacional, sin embargo, no se encuentra correlación directa en ninguno de éstos casos con $p=0.27$ y $p=0.27$ respectivamente. (Tabla 33,34,35,36)

Tabla 33. Contingencia de hallazgo ECO en hijos de madres menores de 18 años

			Tipo CCCH		Total
			CIA FOP	Estenosis pulmonar	
Menores de 18	No	Recuento % dentro de Tipo CCCH	4 100.0%	4 50.0%	8 66.7%
	Si	Recuento % dentro de Tipo CCCH	0 0.0%	4 50.0%	4 33.3%
Total		Recuento % dentro de Tipo CCCH	4 100.0%	8 100.0%	12 100.0%

Tabla 34. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	1.172	1	.279		
N de casos válidos	12				

Fuente: Hoja de recolección de datos

Tabla 35. Contingencia de hallazgo ECO en hijos de madres con diabetes gestacional

			Tipo CCCH		Total
			CIA FOP	Estenosis pulmonar	
Diabetes Gestacional	No	Recuento % dentro de Tipo CCCH	0 0.0%	4 50.0%	4 33.3%
	Sí	Recuento % dentro de Tipo CCCH	4 100.0%	4 50.0%	8 66.7%
Total		Recuento % dentro de Tipo CCCH	4 100.0%	8 100.0%	12 100.0%

Tabla 36. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	1.172	1	.279		
N de casos válidos	12				

Fuente: Hoja de recolección de datos

De los hijos de madre con hipertensión gestacional, se encuentra el hallazgo identificado por ecocardiograma con correlación directa con la presencia de comunicación interauricular con foramen oval permeable ($p=0.000$) (Tabla 37,38)

Tabla 37. Contingencia de hallazgo ECO en hijos de madres con hipertensión gestacional

			Tipo CCCH		Total
			CIA FOP	Estenosis pulmonar	
Madre HTA	No	Recuento	0	8	8
		% dentro de Tipo CCCH	0.0%	100.0%	66.7%
	Sí	Recuento	4	0	4
		% dentro de Tipo CCCH	100.0%	0.0%	33.3%
Total		Recuento	4	8	12
		% dentro de Tipo CCCH	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 38. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Razón de verosimilitudes	15.276	1	.000		
N de casos válidos	12				

Fuente: Hoja de recolección de datos

Haciendo un comparativo entre el resultado de tamiz neonatal cardiaco de pulso y elecocardiograma, se encuentra una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$), en consiguiente, obteniendo una sensibilidad 60% y especificidad del tamiz neonatal cardiaco de pulso del 100% (Tabla 39,40)

Tabla 39. Contingencia Resultado tamiz neonatal cardiaco * Resultado ECO

			Resultado ECO		Total
			Negativo	Positivo	
Resultado tamiz neonatal cardiaco	Neg	Recuento	56	0	56
		Frecuencia esperada	47.2	8.8	56.0
		% dentro de Resultado tamiz neonatal cardiaco	100.0%	0.0%	100.0%
	Dud + Pos	Recuento	8	12	20
		Frecuencia esperada	16.8	3.2	20.0
		% dentro de Resultado tamiz neonatal cardiaco	40.0%	60.0%	100.0%
Total	Recuento	64	12	76	
	Frecuencia esperada	64.0	12.0	76.0	
	% dentro de Resultado tamiz neonatal cardiaco	84.2%	15.8%	100.0%	

Tabla 40. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Corrección por continuidad ^b	35.515	1	.000		
N de casos válidos	76				

Fuente: Hoja de recolección de datos

10. DISCUSION

En comparación con los resultados en el metaanálisis del 2012 (18), donde sus resultados con respecto a la sensibilidad y especificidad del tamiz neonatal cardiaco de pulso con la detección de cardiopatías congénitas, ellos reportan una sensibilidad de 76.5% (95% CI 67.7 – 83.5) y la especificidad fue del 99.9% (99.7 – 99.9), mientras que en éste estudio, corroboramos una sensibilidad el tamiz neonatal cardiaco del 60% y una especificidad del 100%, lo cual refuerza la importancia del tamiz neonatal cardiaco, sin embargo, no se presentó en nuestro caso, una cardiopatía congénita crítica que fuera meritoria de manejo de tercer nivel. En nuestro caso consideramos la simple detección de una alteración en la morfología cardiaca como hallazgo ecocardiográfico.

En los estudios realizados en el mundo con respecto a la presencia de factores de riesgo, como los comentados en 1992, en Hungría, donde se realizó un estudio a 24732 neonatos, donde se detectó un odd ratio de 2 en mujeres embarazadas menores de 16 años (24), en nuestro estudio no se identifica correlación directa en hijos de madres embarazadas menores de 18 años con la presencia de alguna cardiopatía congénita diagnosticada; obteniendo ciertamente un OR de 2.1, sin embargo, nuestro CI95% es de .559 - 8.395, siendo un resultado no confiable, debido a la cantidad de población estudiada.

Comparando con el meta-análisis realizado en China publicado en 2017 donde se reportaron un OR para diabetes gestacional de 5.09 para la presencia de una cardiopatía congénita (25), en nuestro estudio existe una correlación tanto la detección por tamiz neonatal cardiaco como diagnóstico por ecocardiograma ($p < 0.05$), y un OR de hasta 30 (CI95% = 6.241 - 144.201). Se observa que los hijos de madres sanas, no presentan alteraciones a nivel cardiaco. Se requiere mayor población de hijos de madres diabéticas, ya que en la literatura esta reportada el desarrollo de anomalías cardiacas.

Se observó en éste estudio que existe correlación directa, siendo en éste caso detectado, comunicación interauricular por foramen oval permeable y ser hijo de madre con hipertensión gestacional ($p < 0.05$) tanto para tamiz neonatal cardiaco como su diagnóstico mediante ecocardiografía. Sin embargo, las lesiones fueron leves y de vigilancia, no ameritando tercer nivel de atención. Se requiere mayor población en el estudio, dirigido a madres con hipertensión gestacional y preeclampsia, para estimar el riesgo real del desarrollo de cardiopatías congénitas que pudieran llegar a comprometer la vida de los neonatos.

11. CONCLUSIONES

No fue posible determinar un valor predictivo positivo en los factores de riesgo para el desarrollo de las cardiopatías congénitas con respecto al resultado del tamiz neonatal cardiaco y diagnóstico oportuno de cardiopatías congénitas críticas en este estudio; sin embargo, la ausencia de las mismas, proporcionan un valor predictivo negativo elevado y con correlación estadísticamente significativa con algún hallazgo de ecocardiografía.

El tamiz neonatal cardiaco es un elemento innovador, no invasivo, con alta especificidad y rápido para la detección de cardiopatías congénitas críticas en los neonatos; ésta, sin embargo, por su costo elevado, hace su accesibilidad muy limitada. En un estudio realizado por el Dr. Augusto Sola, donde se comparan diversos equipos de oximetría de pulso, ninguno alcanza la sensibilidad y la especificidad que este equipo, el MASIMO Radical – 7, posee para su uso como equipo de tamiz. Por experiencia, se obtuvo el equipo con un costo que alcanza los cincuenta y dos mil pesos mexicanos, siendo un costo realmente elevado si es que se busca este año 2020 en cada centro hospitalario para incluirlo dentro de los programas de prevención neonatal.

Se recomienda realizar este estudio con una mayor población, siendo más dirigido sólo a madres con factores de riesgo, y de allí calcular un valor predictivo e incluso, desarrollar posiblemente un score que nos de una probabilidad prenatal para cardiopatías congénitas y poder destinar los recursos disponibles para la detección oportuna.

De esta manera, se puede destinar el tamizaje neonatal cardiaco para la población de bajo riesgo como parte de programas de prevención, así como se realiza en Estados Unidos, y destinar el uso del ecocardiograma dirigido a todos los pacientes con factores que predispongan al desarrollo de cardiopatías congénitas.

12. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la directriz de la Academia Americana de Pediatría para el tamiz cardiológico neonatal a todos los recién nacidos, dentro de las primeras 24 horas de vida o antes del alta del alojamiento conjunto; dando preferencia a los pacientes con factores de riesgo, especialmente aquellos hijos de madres que hayan presentado diabetes gestacional, para correlacionarlo por medio de ecocardiograma.
2. El personal destinado a la realización del tamizaje debe estar bien capacitado, y de preferencia, realizarlo en un ambiente tranquilo, con control térmico adecuado y evitando la hipotermia, especialmente de las extremidades, con el fin de disminuir el sesgo que pueda producir, así como falsos positivos o negativos.
3. Realizar este estudio con mayor número de pacientes y multicéntrico, con el fin de obtener mayores resultados, así como mejorar el método de estudio.
4. En México, ciertamente es necesaria una cultura de prevención, sin embargo, igual se requiere del presupuesto y la infraestructura necesaria para la realización de este tamiz neonatal cardiaco. Considerar el costo y destinar los equipos a centros especializados, así mismo, mejorar el sistema de referencia con el fin de clasificar a los pacientes con mayor riesgo a estos centros para un tamizaje rutinario. Realizarlo sin el equipo recomendado, la capacitación, o los medios para la corroboración inmediata, no beneficia a los probables pacientes que requieran atención inmediata, sino que retrasa su atención.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alva, C, et colab. (2008). Guía de Práctica Clínica: Detección de cardiopatías congénitas en niños mayores de 5 años, adolescentes y adultos. 2019, de Consejo de Salubridad General Sitio web: <http://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/IMSS-054-08/ER.pdf>
2. J. Martinez, La vida del niño cardiópata, Volume , Issue , /2004, Pages , ISSN 1245-1789, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1245178904405216>) .
3. Izaguirre. J, et colab. (2018). Guía de Práctica Clínica: Diagnóstico y tratamiento de los defectos de los tabiques interauricular e interventricular en menores de 18 años en el segundo y tercer nivel de atención. 2019, de Consejo de Salubridad General Sitio web: <http://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/GPC-SS-482-18/ER.pdf>
4. V. Gournay, Urgencias cardiológicas neonatales, Volume, Issue, /2016, Pages, ISSN 1245-1789, [http://dx.doi.org/10.1016/S1245-1789\(16\)80714-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1245-1789(16)80714-3).
5. Bernstein, D. (2016). Cardiac Development. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2157 - 2162). Canada: Elsevier
6. Gómez, M., Danglot, C., Santamaria, H. & Riera, C. (2012, marzo). Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón (Primera Parte). Rev. Mex. Ped, 79, pp. 92 - 101.
7. Gómez, M., Danglot, C., Santamaria, H. & Riera, C. (2012, mayo). Desarrollo embriológico y evolución anatomofisiológica del corazón (Segunda Parte). Rev. Mex. Ped, 79, pp. 144 – 156.
8. Bernstein, D. (2016). Epidemiology and Genetic Basis of Congenital Heart Disease. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2182 - 2187). Canada: Elsevier.
9. Moore, K. (2008). Aparato Cardiovascular. En Embriología Clínica. (8va edición). (pp. 285 – 335). España: Elsevier
10. Bernstein, D. (2016). Acyanotic Congenital Heart Disease: Left-toRight Shunt Lesions. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2189 - 2198). Canada: Elsevier.
11. Bernstein, D. (2016). Acyanotic Congenital Heart Disease: Obstructive Lesions. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2199 - 2208). Canada: Elsevier.
12. Bernstein, D. (2016). Acyanotic Congenital Heart Disease: Regurgitant Lesions. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2209 - 2210). Canada: Elsevier.
13. Bernstein, D. (2016). Cyanotic Congenital Heart Lesions: Lesions Associated with Decreased Pulmonary Blood Flow. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2211 - 2222). Canada: Elsevier.
14. Bernstein, D. (2016). Cyanotic Congenital Heart Disease: Lesions Associated with Increased Pulmonary Blood Flow. En Tratado de Pediatría de Nelson (pp. 2223 - 2233). Canada: Elsevier

15. Wong et al. Pulse Oximetry Screening Position Statement. *Canadian Journal of Cardiology* Volume 33 2017:199-208
16. McIntyre, A. M., Lindeman, C., & Bernales, M. (2018). Barreras y Facilitadores percibidos por el equipo de salud para la implementación de saturometría pre y post ductal como método de detección de cardiopatías congénitas en recién nacidos, previo al alta. *Revista Chilena de Pediatría*, (ahead), 0–0.
17. Mathur NB, Mathur SB. Pulse oximetry screening of neonates for congenital heart disease. *Res Cardiovasc Med* 2017; 6:1-7.
18. Thangaratinam, S., Brown, K., Zamora J., Khan, K. & Ewer, A. (2012). Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review. *The Lancet*, 379, 2459-2464. 2019, marzo 15, De ScienceDirect Base de datos.
19. de-Wahl Granelli, A., Wennergren, M., Sandberg, K., Mellander, M., Bejlum, C., Inganas, L., ... Ostman-Smith, I. (2009). Impact of pulse oximetry screening on the detection of duct dependent congenital heart disease: a Swedish prospective screening study in 39 821 newborns. *BMJ*, 338(jan08 2), a3037–a3037
20. Oakley, J. L., Soni, N. B., Wilson, D., & Sen, S. (2014). Effectiveness of pulse-oximetry in addition to routine neonatal examination in detection of congenital heart disease in asymptomatic newborns. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 28(14), 1736–1739.
21. Murphy D, Pak Y, Cleary J, P: Pulse Oximetry Overestimates Oxyhemoglobin in Neonates with Critical Congenital Heart Disease. *Neonatology* 2016; 109:213-218. doi: 10.1159/000442379
22. Ross, P. A., Newth, C. J. L., & Khemani, R. G. (2013). Accuracy of Pulse Oximetry in Children. *Pediatrics*, 133(1), 22–29. doi:10.1542/peds.2013-1760
23. Bruno, C. J., & Havranek, T. (2015). Screening for Critical Congenital Heart Disease in Newborns. *Advances in Pediatrics*, 62(1), 211–226.
24. Pejtsik B, Pintér J, Horváth M, Hadnagy J. Relationship between congenital heart disease and various factors affecting pregnancy. *Orv Hetil.* 1992 Jan 19;133(3):155-8.
25. LIU Yi, ZHU Bei, ZHUO Lin, HE Ming-Yu, XU Yang, WANG Tong-Tong, CAI Qing-Qing, HU Bin, XU Ji-Cheng, ZHANG Wen-Hui. (2017). Risk factors for congenital heart disease in Chinese neonates: a metaanálisis. *CJCP.* 19 (7): 754-758
26. Zhong Nan Da Xue Bao Yi Xue Ban. Case-control study on environmental factors in congenital heart disease (2011);36(2):159-64. doi: 10.3969/j.issn.1672-7347.2011.02.012
27. Manual del operador del Radical – 7 de Masimo. (2013). Alemania. Masimo corporation

28. Torres-Cosme, J. L., Rolón-Porras, C., Aguinaga-Ríos, M., Acosta-Granado, P. M., Reyes-Muñoz, E., & Murguía-Peniche, T. (2016). Mortality from Congenital Heart Disease in Mexico: A Problem on the Rise. *PloS one*, 11(3), e0150422. doi: 10.1371/journal.pone.0150422
29. Kemper et al. Strategies for Implementing Screening for Critical Congenital Heart Disease, *Pediatrics*. 2011: Vol. 128; Número 5; pp e1259-67.
30. Mahle WT, Newburger JW. Role of pulse oximetry in examining newborn for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP. *Pediatrics*. 2009; 124 823 - 836

13. ANEXOS

13.1. ANEXO 1. HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Unidad Médica: Hospital General de Cuautitlan

Lugar: Cuautitlan, México

Fecha: _____

Nombre del Paciente:

Edad del Paciente:

Fecha y hora de nacimiento:

Género: _____

Expediente: _____

Por medio de la presente, el médico CARLOS DANIEL SALCIDO MERINO, residente de pediatría, me ha informado sobre el procedimiento a realizar: TAMIZ NEONATAL CARDIACO CARDIOLÓGICO. Doy mi consentimiento expreso y por escrito para la realización de este estudio a mi hijo (a), en el entendido de que los datos serán confidenciales en todo momento y se me entregará una copia escrita del resultado, así como la derivación al siguiente nivel, en caso de ser necesario.

He sido informado que el procedimiento es no invasivo, por lo que no supone un riesgo para mi hijo (a), por lo que acepto que se lleve a cabo el procedimiento.

Tengo plena libertad de revocar la autorización de los estudios en cualquier momento, antes de realizarse.

Responsable: _____

Firma: _____

Testigo: _____

Firma: _____

13.2. ANEXO 2: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Unidad Médica: Hospital General de Cuautitlan "Gral. Vicente Villada"

Lugar: Cuautitlan, México

Fecha: _____

Nombre del Paciente: _____

Edad del Paciente: _____

Fecha y hora de nacimiento: _____

Género: _____

Capurro: _____

Factores de riesgo:

Factores de riesgo									
<16	>41	INS	Meds	Tabaco	Etil.	Ant. Mat	Oficio:	Macro:	Total

RESULTADO DE TAMIZ CARDIOLÓGICO

Primera prueba:

Segunda prueba:

¿Amerita ecocardiograma?

SpO2 Preductal	SpO2 posductal	Resultado:	SpO2 Preductal	SpO2 posductal	Resultado:	

Resultado final:

Dr. Carlos Daniel Salcido Merino
Médico Residente de Pediatría

Dr. Octavio Rafael Mancilla Sanchez
Neonatólogo

Recibí original del resultado del tamiz cardiaco:

Nombre y firma de quien recibe: _____

Fecha de recepción de resultados: _____

13.3. ANEXO 3: COTIZACION DEL EQUIPO RADICAL – 7



DISTRIBUIDORA MEDICA INTEGRAL TIMED, S.A. DE C.V.

Domicilio fiscal R.F.C. : DM100520SQ5 **COTIZACIÓN No. :** DM10000006071

Calle: RO BAMBA No. 886 entre SIERRAVISTA y LINDAVISTA, Col. LINDAVISTA, CP. 07300, GUSTAVO A. MADERO, CDMX, MEXICO **Fecha** 15/04/2019

Lugar de expedición

Calle: RO BAMBA No. 886 entre SIERRAVISTA, Col. LINDAVISTA NORTE, CP. 07300, GUSTAVO A.

Cliente: (633) DR. CARLOS DANIEL SALSIDO

Vendedor :
Enviar a:

Cantidad	Unidad	Clave	Descripción	PIU	Importe
1	EQP	950090212404	RADICAL-7 TOUCH SCREEN CON MASIMO EVE RADICAL-7 TOUCH SCREEN EQUIPO PARA LA MEDICION DE SATURACION DE OXIGENO, FRECUENCIA DE PULSO E INDICE DE PERFUSION, INCLUYE CABLE TRONCAL + SENSOR MULTISITO, TRAS, SOFTWARE EVE PARA TAMIZ MARCA MASIMO	45,000.00	45,000.00
1	Eqp	9023	RADICAL DOCKING STATION, RDS-3		
1	pz	2404	RAINBOW RC-12		
1	pz	2505	M-LNCS Y-I SENSOR MULTISITO REUSABLE		
1	Eqp	9500	RADICAL-7 HANDHELD		

Subtotal	45,000.00
Descuento	0.00
Desc. Fin.	0.00
I.E.P. S.	0.00
	0.00
	0.00
I.V.A.	7,200.00
Total	52,200.00

CONDICIONES COMERCIALES: PRECIOS COTIZADOS EN MONEDA NACIONAL. TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA. FORMA DE PAGO: CONTADO, NO SE ACEPTAN CAMBIOS NI DEVOLUCIONES YA QUE EL

La cotización será vigente hasta el día 30/04/2019

CINCUENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS PESOS 00/100 M.N.

13.4. ANEXO 4: OPERACIÓN DE VARIABLES

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operacional	Tipo de variable	Nivel de Medición
Edad gestacional	La edad de un embrión, feto o recién nacido desde el primer día de la concepción hasta el nacimiento	Se define como el resultado obtenido, mediante Capurro o Ballard, del recién nacido al nacimiento	Cuantitativa	Semanas de gestación, mínimo, máximo, media y promedio
			Cualitativa	Postérmino: >42 sdg Término: 37 – 41sdg Pretérmino: <37sdg
Peso al nacer	Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo, por acción de la gravedad.	Peso obtenido justo al momento del nacimiento	Cuantitativa	Kg: mínimo, máximo, media
			Cualitativa	PEQUEÑO. - < p10. ADECUADO. - Cuyo peso se localiza entre los p 10 y 90 GRANDE. - > p90 correspondiente a su edad gestacional.

Nombre de la variable	Definición teórica	Definición operacional	Tipo de variable	Nivel de Medición
Saturación de oxígeno	Porcentaje de hemoglobina saturada de oxígeno	Valor obtenido mediante pulsioximetría	Cuantitativa	Porcentual
			Cualitativa	Normoxemia: >95% Hipoxemia: <90% Preductal: Mano derecha Posductal: Cualquiera de los pies
Morbilidad materno-fetal	Eventos de morbilidad materna y fetal que ocurren en el periodo pre y perinatal	Preeclampsia: Estado patológico de la mujer en el embarazo que se caracteriza por hipertensión arterial, edemas, presencia de proteínas en la orina y aumento excesivo de peso. Diabetes gestacional: Elevación de la glucemia durante el embarazo	Cualitativa	Presencia o ausencia

Macrosómico:
Peso al nacer del recién nacido mayor a 4000g
Cardiopatía materna:
Antecedente de la madre de cardiopatía congénita
Tabaquismo materno:
Consumo de cigarros de 11 a 20 al día.
Antecedentes de hijos con malformaciones:
hermanos con algún tipo de malformación, especialmente aquellos con cardiopatía congénita